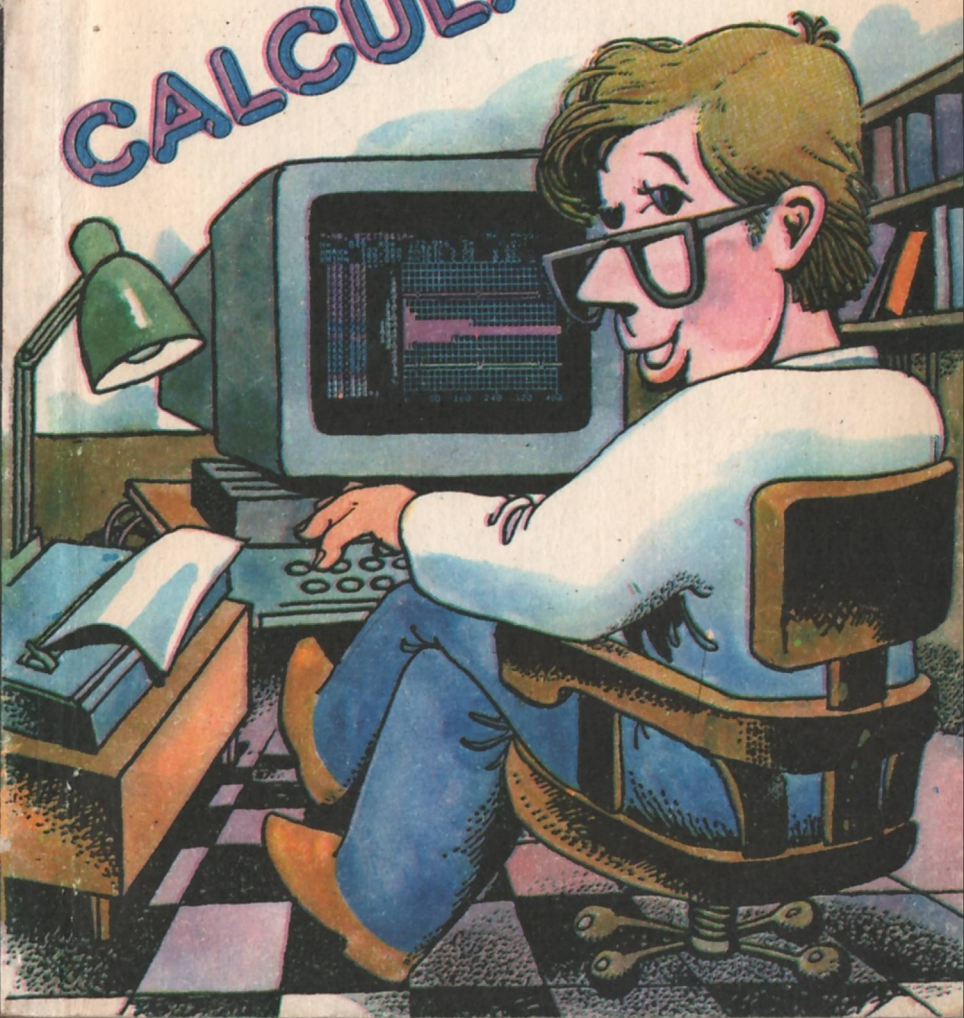


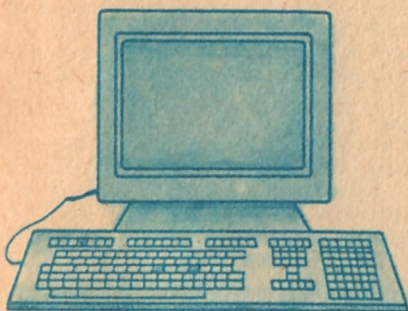
VICTOR CHIOSEV
**PRIETENUL
NOSTRU
CALCULATORUL**



170

VICTOR CHIOSEV

PRIETENUL NOSTRU CALCULATORUL



Chişinău
Complexul editorial „Basarabia“
1991

CBB 32.972

C 52

Recenzent : V. N. Asanov, candidat în științe tehnice

Chiosev V.

**C 52 Prietenul nostru calculatorul.— Ch.: Basarabia, 1991—
172 p.: il.**

ISBN 5—362—00580—4

În epoca progresului tehnico-științific de integrare a științei cu producția, calculatorul devine o necesitate zilnică. V. Chiosev, candidat în științe fizico-matematice, ne inițiază în construcția, modul de funcționare și de utilizare a computerelor în cele mai diverse sfere ale activității umane.

Cartea este destinată maselor largi de cititori.

2404040000—063

C ————— 58—90

M751(10)—91

CBB 32.972

ISBN 5—362—00580—4

© V. Chiosev, 1991

© Prezentare grafică, V. Buev 1991

INTRODUCERE

Propagarea calculatorului nu se mai impune astăzi drept o necesitate stringentă, deoarece e limpede și așa că acest prieten deștept al nostru își ocupă locul de muncă alături de noi, oamenii, oferindu-și serviciile sale de neprețuit. A sosit timpul să facem cunoștință mai îndeaproape cu el, căci nu mai e vorba atât de o noutate, cât de o realitate. La ora actuală calculatorul a depășit etapa de invenție, de aprobare în știință, tehnică și producție, demonstrând legitatea prezenței și participării sale în cele mai diverse domenii ale activității umane.

Ce-i drept, pentru a i se recunoaște meritele și a fi aprobat, a fost nevoie de o anumită perioadă de timp. Apariția calculatorului a însemnat pentru unii dintre noi nu mai mult decât o ciudățenie. Nu ne venea să credem că o mașină poate „să judece“, „să calculeze, să scrie versuri“ etc. Alții atribuiă calculatorului capacități deosebite și îl considerau a fi destinat unor scopuri supreme.

Astfel de opinii nu au prea contribuit la apropierea dintre om și calculator, precum nici la înlăturarea efectului de mister al acestuia; din contra, a încetinit într-o anumită măsură procesul de comunicare și de familiarizare cu el.

Acum, însă, cînd calculatorul își face efectiv intrare în halele uzinelor, în birouri și în laboratoare pentru a rezolva probleme concrete, e timpul să facem cunoștință cu el direct și să-i dăm calculatorului de lucru. Doar poezia o putem lăsa în exclusivitate pe seama poeților.

Pînă relativ nu demult era răspîdită părerea că pentru un simplu utilizator nu este neapărată nevoie să cunoască în detaliu construcția calculatorului, ci doar operațiile necesare pentru a-l aplica. Era o părere proprie mai ales acelor care cunosc bine calculatorul. O asemenea opinie poate că și era justificată, dacă e să ținem cont de faptul că primele calculatoare erau atât de incomode, încît studiarea lor n-ar fi putut decît deruta și speria un nespecialist. Actualmente multe s-au schimbat datorită unificării, standardizării și sistematizării fondului constructiv de elemente, a arhitecturii și asigurării cu programe a calculatorului, din care cauză cunoașterea construcției sale a devenit cu mult mai accesibilă.

Astăzi utilizatorul are posibilitatea de a-și satisface curiozitatea în ce privește construcția și principiile de funcționare ale computerului. Dar face să ne satisfacem această curiozitate? O bună parte dintre specialiștii în tehnica de calcul consideră că nu.

În ultimul timp a căpătat răspîndire opinia cum că micuții de vîrstă preșcolară își însușesc programarea mai ușor chiar decît oamenii maturi. Într-adevăr, în limitele elementare de nivelul $1 + 1 = 2$ picii fac mai lesne saltul, numai că pentru ei rămîne pînă la urmă neînțeles, care e rostul operațiilor pe care le execută. Determinarea, asocierea și consolidarea cunoștințelor acumulate îi plictisește nespus pe copii, iar programarea ca atare este percepută de ei drept un joc modern, destul de captivant. Doar cu timpul, cu anii, aceste ocupații pot evolua într-o adevărată pasiune și înclinație pentru mașinile înzestrate cu butoane frumoase și ademenitoare. Or, nimeni nu a văzut copii care să fi rezolvat vreo problemă în baza însușirii „ușoare“ a programării. Prin urmare nu preșcolarii au nevoie de calculator, ci persoane mai avansate în vîrstă, care

au de rezolvat probleme profesionale dintre cele mai complicate. Anume aceste persoane au nevoie de calculator acum și fără nici o întârziere.

De regulă, microcalculatoarele din rețeaua de comerț sînt însoțite de îndrumări metodice și instrucțiuni destinate utilizatorilor neprofesioniști sau pur și simplu amatori, însă documentația privind descrierea aparatelor și a modului de exploatare a acestora abundă în termeni speciali, a căror tălmăcire și definire necesită consultarea surselor respective.

Autorul lucrării de față și-a propus să expună, într-o formă accesibilă, noțiunile și definițiile fundamentale precum și descrierile tehnice ale diverselor tipuri de calculatoare. Utilizarea unei terminologii variate ținînd de sinonimie se explică prin faptul că avem de a face cu un domeniu relativ nou al tehnicii și are scopul de a înlesni consultarea diverselor surse de specialitate. În această ordine de idei vom preciza că noțiunea de „calculator” este la fel de convențională și de exactă ca și cele de „mașină electronică de calcul”, „calculator electronic”, „computator”, „computer”. Or, terminologia referitoare la calculator se află în stadiu de stabilire, de aceea multe elemente, blocuri, proceduri și metode de programare au sinonime atît în limba română, cît și în cea rusă, engleză, franceză etc.

PRIMA CUNOȘTINȚĂ. CE REPREZINTĂ ?

„Fiecare judecă pe alții după sine.“

Calculatorul și-a făcut apariția pe arena activității umane, prezentînd diferite tipuri, specii, subspecii, modificații. Cu toate acestea, precum vom vedea în continuare, ele au multe proprietăți și principii de funcționare comune, și anume : toate sînt calculatoare electronice, sau abreviat CE.

Ce reprezintă un CE ?

Pentru unii acesta-i un aparat dotat cu ecran, clape, imprimante și alte detalii, pentru alții el este o sursă de răspunsuri la orice întrebări. În general, aprecierea calculatorului ca mașinărie și ca un condensator de idei este practică și pe piața mondială, unde el este prezentat pe de o parte ca un mijloc tehnic — „hardware“ (ceea ce în engleză înseamnă marfă tare), iar pe de alta ca o programă — „software“ (marfă moale).

Pe unii îi interesează cu precădere construcția calculatorului, elementele lui constitutive, racordurile. Pentru acestea chipul mașinii de calcul se conturează sub formă de semnale, coduri și becuri. Pentru alt contingent de utilizatori calculatorul prezintă mai întîi de toate interes din punct de vedere practic, adică ce amune se poate realiza cu ajutorul lui.

Cei din prima categorie pot fi (sau tind să ajungă) elaboratori, constructori sau operatori de hardware, cei din a doua — operatori sau programatori de software. Grupul cel mai numeros îl formează însă cei care au de-a face cu calculatorul, nefiind programatori de profesie, dar care utilizează calculatorul în rezolvarea problemelor legate de lucrul cotidian. În literatura

tehnică ei sînt numiți utilizatori. Astăzi oricine, inclusiv cititorul lucrării de față, are mari șanse să devină utilizator al calculatorului electronic.

Sporirea fabricării și extinderea ariei de aplicare a calculatoarelor ne-a confruntat cu problema insuficienței de specialiști în ambele categorii (atît reglari, cit și programatori). Existența profesiunilor deficitare este și motivul pentru care mulți dintre cititorii acestei cărți, care își mai continuă studiile la școlile medii de cultură generală, vor îmbrățișa specialități legate într-un fel sau altul de calculator.

Pentru a asigura, însă, buna orientare a tineretului în multitudinea crescîndă a profesiunilor de mare viitor și alegerea conștientă și consacrată a uneia sau alteia dintre ele, se impune drept necesar un minimum de cunoștințe privind calculatorul — una din marile minuni ale acestui sfîrșit de mileniu.

DE CE AM AVEA ATÎTA NEVOIE DE EL ?

Mulți întrebă cu nedumerire : „De ce oare, li se recomandă tuturor, și încă cu atîta insistență, să studieze numaidecît calculatorul ?”. Să fie el atît de necesar la toată lumea ? Că doar unii vor să se facă constructori, iar alții strungari, medici, aviatori, economiști, geologi sau agronomi. Cui i-ar prinde bine calculatorul și cui nu ? Răspunsul la aceste întrebări ni-l dă însăși viața. Asistăm în prezent la fenomenul de pătrundere a calculatorului în esența unui număr crescînd de profesii. Or, în ochii noștri se desfășoară procesul legic de computerizare (informatizare).

Computerizarea nu este nici modă, nici cuvînt la modă, ci o necesitate vitală. Intervenind în statutul de existență a majorității profesiunilor, calculatorul e pe cale de a modifica aspectul activității funcționale a omului, și acest lucru se va produce în viitorul cel mai apropiat.

Să vedem, care sînt trăsăturile de bază ale producției moderne de vreme ce ea nu se poate lipsi de calculator.

În primul rînd, au suferit schimbări considerabile structura și calitatea producției-marfă. Diferitele și numeroasele invenții complică tehnologia de fabricație. Bunăoară chiar și cea mai simplă bicicletă înglobează sute de invenții, făcute de diferiți autori în diferite perioade de timp, iar într-un televizor pînă și numărul de piese e de domeniul miilor. Un număr atît de mare de piese nu poate să fie fabricat în cadrul unei singure întreprinderi, fără a mai vorbi de un singur om. Piese-le unei instalații de mare complexitate sînt produse la sute

și chiar la mii de întreprinderi furnizoare, ce se află adesea în diferite orașe situate la distanțe mari. Pentru dirijarea producției de mărfuri constituite dintr-un număr mare de piese, livrate de alte întreprinderi, sîntem nevoiți să memorizăm date referitoare la producătorii-furnizori și să coordonăm planurile lor de producție cu ale noastre. O astfel de coordonare a planurilor trebuie să se efectueze, ținîndu-se cont de ritmurile accelerate de dezvoltare a producției. Ascultăm radioul, primim televizorul, deschidem ziarul și aflăm despre descoperirea a noi zăcăminte, despre punerea în funcțiune a unor noi uzine, despre creșterea volumului de producție și despre îmbunătățirea calității acesteia. Astfel simțim pulsul industriei asigurat de eforturile a milioane de oameni.

Dar în același timp, și nu arareori, putem auzi și vești nu tocmai plăcute: staționarea nedorită a vagoanelor de cale ferată, zădărnicierea dării în exploatare a obiectelor, lipsa unor mărfuri, avarii în sistemul de reglare, greșeli în sistemul de administrare.

Toate aceste fapte vin să confirme complexitatea tot mai mare a adoptării unor hotărîri adecvate în situații concrete de producție, deficiențele de dirijare a economiei naționale cu multe ramuri. Diferitele evenimente ce au loc în economia noastră, cum ar fi, de exemplu, darea în exploatare a unei mine noi și sporirea cantității de lapte într-o oarecare gospodărie colectivă, par doar la prima vedere a nu avea nici o legătură între ele. În realitate însă, după cum se știe, la extragerea minereului și topirea din el a metalelor din zgura rămasă se fabrică îngrășăminte minerale, materiale de construcție și altă producție, care își găsește aplicare în cele mai diferite ramuri ale economiei naționale. Astfel, toate uzinele sînt mai mult sau mai puțin legate între ele, astfel încît procesul normal de fabricare a mărfurilor se poate asigura doar printr-o funcționare bine pusă la punct a tuturor întreprinderilor. Iată de ce planificarea și dirijarea unor asemenea organisme de producție nu mai poate fi pe măsura puterilor unui singur om, chiar dacă el posedă o memorie fenomenală. Tocmai din această cauză în ultimele decenii s-a observat o sporire a numărului de lucrători ai aparatului administrativ. Creșterea continuă a volumului de muncă de proiectare legată de sporirea numărului de piese, și a gradului de complexitate a acestora, de lărgirea sortimentului de tehnologii a impus o majorare a personalului ingineresc și administrativ. La un moment dat simpla sporire numerică a personalului nu mai putea asigura perfecționarea continuă a gestionării proceselor tehnologice și a activității economice.

Cînd operăm cu viteze cosmice, capacități de kilometri cubi,

puteri de megavați sau cu precizii de angstromi, dirijarea eficientă a tehnicii antrenate devine cu totul dificilă. În asemenea cazuri apelăm la serviciul laserilor, optronilor, a multor altor realizări tehnice de ultima oră, inclusiv a calculatoarelor.

Faptul acesta ne obligă să procedăm la o perfecționare permanentă, neîntreruptă a bazei de elemente constitutive ale mijloacelor tehnice și a metodelor de automatizare, proiectare, dirijare și control asupra proceselor tehnologice, a. planificării operative și a conducerii întreprinderilor. Or, în epoca actuală procesul de dirijare și perfecționare a producției devine imposibil fără aplicarea calculatoarelor.

Primele succese remarcabile în domeniul cosmonauticii revin anilor 50—60 ai secolului nostru odată cu apariția primelor calculatoare electronice. Tot ele dirijează funcționarea blocurilor energetice ale centralelor electrice, roboții, mașinile automate, comutarea canalelor telefonice, topirea oțelului, serviciul ameliorativ de irigare, prospecțiunile geologice etc. Calculatorul este prezent acolo unde e vorba de supravitează, supraputere, supraprecizie. Astfel de operații nu sînt pe măsura puterilor omului. Numai că anumite omului îi aparține ideea. Omul știe, cum trebuie efectuată dirijarea și el concentrează aceste cunoștințe în calculatorul ce devine pentru știință, tehnică și producție un instrument cu totul și cu totul universal.

Astfel, calculatorul și-a căpătat un loc stabil în viața omului. Mai devreme sau mai târziu el își va găsi aplicarea și în profesiunea dumneavoastră, care în felul acesta va cunoaște schimbări cu adevărat revoluționare. Bunăoară, telefonistul de la centrala urbană nu va mai comuta manual circuitele de convorbire ale abonaților, căci pretutindeni se introduc sisteme computerizate. În ultimele decenii s-a schimbat brusc chiar nomenclatura profesiilor. Unele vechi, tradiționale, dispar, apar altele noi. Faptul reflectă schimbările ce se produc în însăși producția industrială. Dacă pînă prin anii cincizeci ai secolului nostru printre cele mai frecvente meserii se numărau cele de grăjdar și căruțaș, iar în anii șaizeci — de șofer și lăcătuș, apoi în deceniul ce abia începe — acea de utilizatori, care vor constitui o armată impresionant de numeroasă în cele mai variate ramuri ale științei, tehnicii și producției.

Să fi putut apărea calculatorul înainte de anii cincizeci? Puțin probabil. Calculatorul electronic a fost creat datorită revoluției tehnico-științifice a secolului XX. Abia în cea de a doua jumătate a secolului, cînd tehnica electronică, producția de mase plastice, tehnica vidului, semiconductorii și multe alte ramuri au căpătat o dezvoltare vertiginoasă, realizarea calculatorului a devenit posibilă.

Tendința elaboratorilor și a constructorilor de a micromi-

niatuariza calculatorul a impus crearea unor noi ramuri, specializate în fabricarea tehnicii digitale, adică a calculatoarelor. Căci industria electronică modernă constituie un rezultat al aplicării cunoștințelor și realizărilor obținute în cele mai diverse ramuri ale științelor fundamentale și aplicate, cum ar fi matematica, fizica, chimia cristalelor, fizica solidului, micro-electronica și altele. Însă despre toate aceste lucruri ar fi mai bine să vorbim pe parcursul trecerii în revistă a etapelor esențiale și datelor memorabile din „biografia“ calculatorului, de vreme ce l-am declarat prieten.

CALCULATORUL : FILE DE BIOGRAFIE

«Descoperirea că mașinile de calcul sînt niște convertori universali de informație a constituit un rezultat fundamental de importanță practică enormă.»

V. M. Glușcov

La drept vorbind ar trebui să începem a depăna povestea omului de la apariția vieții pe Pămînt, căci omul, această creațiune neînchipuit de complexă a naturii vii, nu e totuși altceva decît un plod al lumii materiale și un apogeu al perfecțiunii formelor acestuia.

Dacă acceptăm acest punct de vedere, atunci și calculatorul, oricît de complicat ar fi el, continuă totuși să rămînă o varietate a abacului, fie și una ce ocupă o treaptă înaltă pe scara civilizației tehnologice. Numai că în asemenea caz oricît ne-am strădui să distingem în ființa necuvîntătoare a pitecantropului trăsăturile omului, pe atunci abia proiectat pe zările nebuloase ale viitorului, totuși acea ființă era prea departe de a fi om. Pentru a deveni om cugetător sau homo sapiens, flămîndul pribeag al pădurilor și cavernelor a avut nevoie de zeci de mii de ani, cărora li se mai zice și „epocă preistorică”. Să aibă, oare, și calculatorul o astfel de epocă ?

Da, la fel ca și omul, calculatorul își are trecutul său preistoric, precum și trecutul a cărui cronometrare începe de la apariția calculatorului autentic (mai tîrziu vom concretiza că e vorba de cel „logic”), care a fost elaborat în anii patruzeci ai secolului nostru, înscriind astfel prima filă din neverosimila istorie a computerizării. Oricine ar ține să-și explice de ce anume prototipul calculatorului, născut la cumpăna secolului XX, a devenit întemeietorul tuturor generațiilor de calculatoare logice, va trebui neapărat să-i depene „trecutul preistoric”. Evoluția dispozitivelor de calcul s-a exprimat prin

deosebiri principale față de predecesori în mecanismul de funcționare, fără a mai vorbi de indiscutabila superioritate calitativă.

Să pornim de la faptul că omul dintotdeauna a simțit necesitatea de a număra, cel puțin de cînd a devenit om cugetător, iar metodele și instrumentele de numărare se perfecționau treptat, în măsura în care se perfecționa omul însuși. Astfel, metodele de numărare pot reflecta într-o anumită măsură nivelul de civilizare a unei societăți. La ora actuală, cînd mijloacele de schimb de informație sînt bine dezvoltate, iar realizările de ultimă oră ale științei și tehnicii pot deveni un bun al întregii omeniri într-un timp cît se poate de scurt, experiența de elaborare a mașinilor de calcul se răspîndește rapid, se acumulează și constituie un rezultat comun al eforturilor unui număr imens de persoane aparte, de laboratoare și institute întregi. Este o trăsătură caracteristică a secolului nostru, cu al cărui galop amețitor noi, oamenii, ne obișnuim cu atîta greutate, pe cînd odinioară, în trecutul relativ îndepărtat, metodele și tehnica de calcul evoluau mult mai spontan și mai izolat.

Pînă mai ieri, ca să nu zicem azi, pe planeta noastră viețuiau seminții omenеști, a căror cultură abia se urca la nivelul epocii de piatră. Contemplînd și analizînd viața lor, ne putem crea o închipuire despre „copilăria“ omenirii în orice domeniu, inclusiv în tehnica de calcul.

După cum aflăm din însemnările de călătorie ale renumitului etnograf Micluho-Maclai, aborigenii de pe insula Noua Guinee aplicau un sistem original de numărare, ce dispunea de cinci semne — după numărul de degete de la o mîină. E un exemplu de sistem primitiv în baza cinci, în care unitățile, exprimate prin cuvîntul „be“, pot fi acumulate pînă la cinci — ibon be (o mîină), pînă la zece — ibon ali (două mîini), pînă la cincisprezece — samba be (un picior), pînă la douăzeci — samba ali (două picioare), etc. Oricît ar părea de ciudat, faimosul cercetător al Nordului, norvegianul Nordenscheld spre sfîrșitul secolului trecut a descoperit un sistem similar la eschimoșii din Groenlanda. Eschimoșii numărau pînă la cinci (o mîină), zece (am isprăvit-o cu mîinile), cincisprezece (un picior), douăzeci (am isprăvit-o cu un om) și așa mai departe. Astfel, numărul 37 în matematica eschimosă sună în felul următor: două degete de la celălalt picior al altui om.

S-a constatat că numărătoarea pe degete, în diferite perioade de timp, a constituit metoda de bază pentru toate popoarele. Numeroasele basoreliefuri, desene de pe vase, descoperite de arheologi, la fel ca și operele literare și lucrările istoricilor antichității — sînt mărturii convingătoare în acest sens. Deci, sistemele de numerație din trecut și cele actuale sînt cît se

poate de asemănătoare, fiindcă cel actual e zecimal, adică de tipul „două mîini“, cum ar zice un papuas. În acest context este semnificativă denumirea cifrei în engleză — digit, adică deget. Totalitatea dispozitivelor și metodelor pe care se bazează tehnica de calcul conține numeroase vestigii, ce atestă spiritul inventiv al strămoșilor noștri, apropiați și mai îndepărtați.

Istoria acestor invenții a fost expusă detaliat în astfel de cărți de popularizare a științei, cum ar fi „Evoluția mașinilor de calcul“ de I. A. Apochin și L. E. Maistrov sau „De la abac la computer“ de P.S. Guter și B. L. Polunov. Consultîndu-le, veți putea afla că după numărarea pe degete următoarea

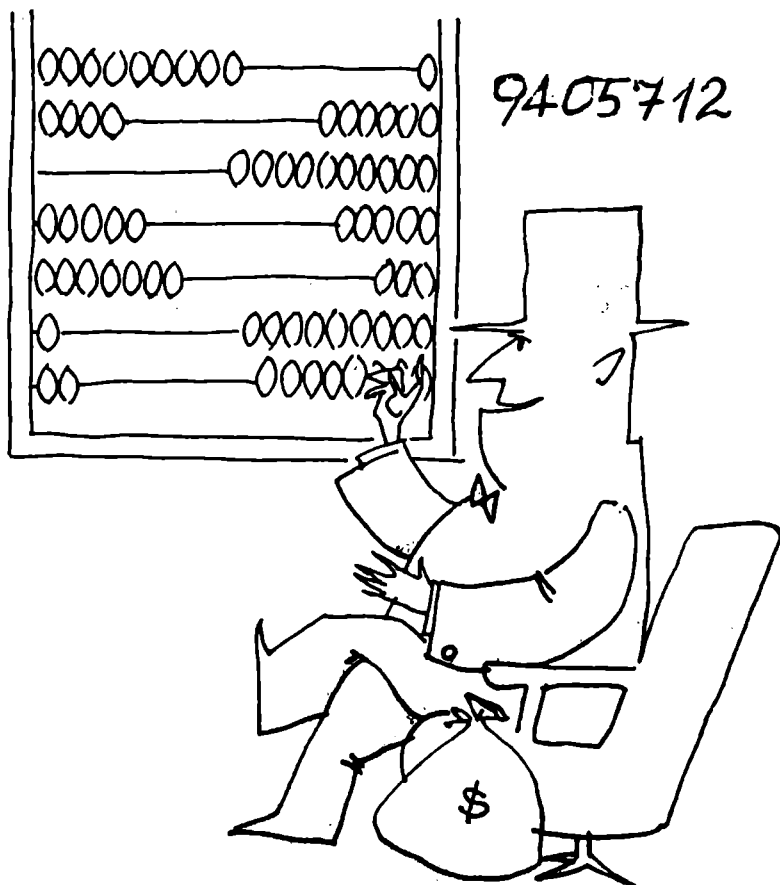
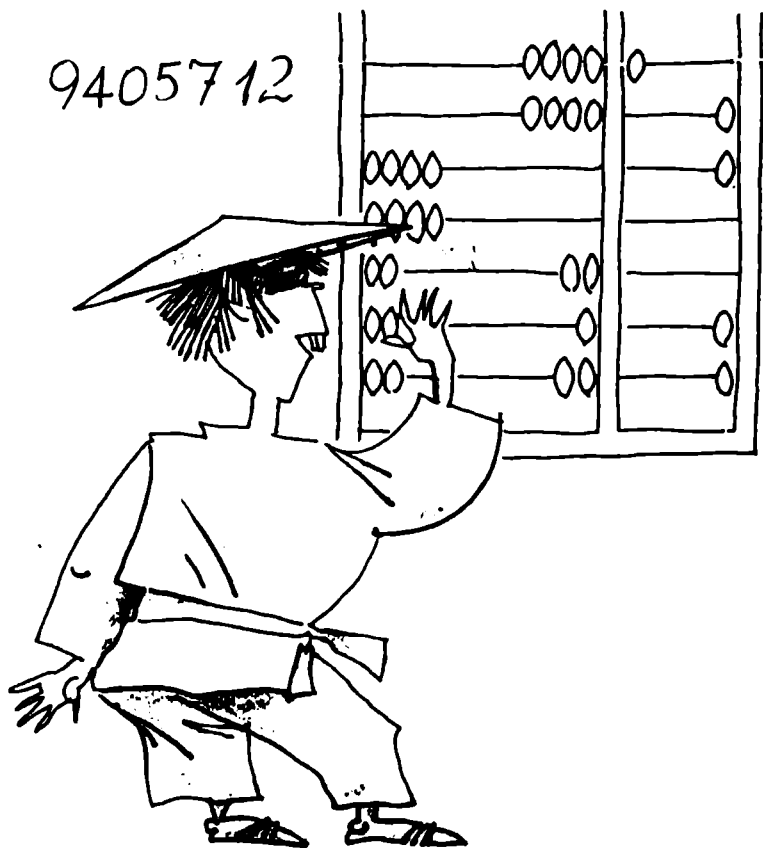


Fig. 1. Numărul 9405712, cules la abacul japonez-soroban și la abacul european

etapă a evoluției sistemelor de calcul au constituit-o răbojurile și abacul. Abacul reprezintă un instrument de calcul, alcătuit din niște tăblițe cu adâncituri, în interiorul cărora se pot muta într-o parte sau alta un anumit număr de petricele sau bile. Era cît se poate de răspîndit în Roma Antică sub denumirea de „abacus” sau „calculus”. Cuvîntul din urmă nu înseamnă nimic altceva decît „petricică” (termenul latin de calculus, cu aceeași semnificație este utilizat în prezent în medicină). După cum ne mărturisește istoricul din antichitatea greacă Herodot, abacul era un instrument de largă circulație și în Grecia Antică, și în Egipt.



Cam prin secolul VI al erei noastre își face apariția suangpang-ul — varianta chinezească a abacului, în care nu se mai utilizau petricele dispuse în adâncituri, ci niște mărgelile îmbrăcate pe vergele. De la acest suangpang provine și abacul japonez, denumit „soroban“ (sec. XV—XVI). Suangpang-ul și sorobanul au fost utilizate secole în șir și au multe asemănări cu cel cunoscut de noi, ce poate fi văzut și astăzi pe birourile unor categorii de funcționari. Abacul a supraviețuit datorită unor asemenea calități esențiale, cum ar fi simplitatea, siguranța în utilizare și caracterul său concret. În plus, pentru „funcționarea“ abacului nu e nevoie de nici un izvor de energie, căci totul se realizează prin energia socotitorului.

Acest abac a păstrat multe dintre trăsăturile calculus-ului antic. Asemănarea fundamentală dintre ele constă în faptul că fiecărui rînd de petricele sau mărgelile îi corespunde o valoare zecimală — unități, zeci, sute, mii etc. După cum se observă în fig. 1, spre deosebire de abacul clasic, suangpang-ul și sorobanul au petricele cu valoare de 1 și 5 unități.

S-ar părea că nu face să poposim prea mult în trecut încercînd a găsi metode și instrumente de calcul primitive ce ar servi drept prototipuri ale CE moderne. Oricît ar părea de ciudat, dar toate atributele unui calculator modern, deși apărute în timpuri diferite, își au originea în aceleași principii elementare și rudimentare. Tot cu ele se află în legătură directă și o serie întregă de alte chestiuni. De exemplu, numărătoarea pe degete a dat naștere nu doar sistemului de calcul zecimal, ci și unității monetare, iar dacă e să ne referim la unitățile de lungime, de arie, volum etc., atunci e bine să știm că ele provin de la metodele de măsurare — palmă, picior, cot...

În tehnică nu întotdeauna se întîmplă ca o metodă sau un instrument nou să-și substituie analogii săi precedenți. Și astăzi mai putem vedea pe biroul contabilului același abac secular, iar alături de acesta — calculatorul electronic. Dacă, privindu-le cu atenție, am încerca să derulăm în imaginație anevoioasa evoluție a abacului, vom constata că cineva a propus ca acesta să fie înzestrat cu clape, mai apoi cu roți dințate ce aveau imprimate pe ele cifrele, pe urmă cu niște fereștruci cu becușoare... Nu trebuie să subapreciem rolul numărătoarei pe degete, a abacului, a primelor dispozitive elementare de calcul măcar și pentru simplul fapt că pe parcursul creării acestora oamenii au acumulat o bogată experiență practică și teoretică în domeniul operațiilor de calcul și a soluționărilor lor tehnice, astfel înlăturîndu-se una cîte una dificultățile de calculare, ce apăreau pe parcurs : descompunerea în poziții (unități, zeci, sute, mii...), transferul dintr-o poziție într-alta (la acumularea a 10 fișe în cadrul unei poziții se adaogă o fișă în poziția superioară)

ș.a. Toate aceste chestiuni își așteptau imperios soluționarea, atît în plan teoretic, cît și practic și, cu toate că în limitele abacului aceasta era imposibil de realizat cel puțin a devenit limpede ce anume trebuia obținut în viitor.

O CALE DE TREI SUTE DE ANI: DE LA ROTIȚE LA CLAPE

Etapa de mecanizare a calculului, adică apariția mașinilor mecanice, constituie fila următoare din istoria dispozitivelor de calcul. De remarcat, că însăși construcția abacelor primitive sugera diferitele căi de mecanizare a operațiilor de calcul. Pe de altă parte, curiozitatea crescîndă a omului, tendința lui de a pătrunde tainele mecanicii, ale chimiei și naturii vii au necesitat calcule tot mai complexe. La o asemenea fază de dezvoltare abacul nu mai putea satisface cerințele astronomilor și inginerilor. Din această cauză ideea creării unei mașini de calcul a început să-i preocupe pe savanți din ce în ce mai mult, astfel distrăgîndu-i de la direcțiile de bază în activitățile de cercetare.

Acest proces își are începuturile încă în epoca Renașterii, cînd, după cum se știe bine, unul și același savant îmbina adesea experiențele chimice (sau alchimice) cu elaborarea unor ipoteze astronomice, iar studiarea funcțiilor matematice — cu poezia sau pictura. Este și cazul renumitului pictor Leonardo da Vinci (1452—1512). La Biblioteca Națională din Madrid au fost descoperite mai multe manuscrise aparținînd acestui titan al omenirii și care conțin, între altele, schița unui dispozitiv de calcul, însoțită de o descriere suficient de profesionistă din punct de vedere ingineresc.

Și dacă prototipul calculatorului l-a pasionat pe Leonardo cam în aceeași măsură ca și crearea chipului nemuritor al monei Liza (Gioconda), ca și construcția aparatului de zbor, apoi acest lucru nu este decît o mărturie a genialității marelui florentin și a uimitorului său har de a proroci direcțiile de bază ale progresului pentru secole înainte.

În fond, mașina lui Leonardo da Vinci a fost primul dispozitiv aritmetic cu roți. Spre deosebire de abac, unde valoarea numerică o constituia numărul de bile dintr-un sector (șir) sau altul, noul dispozitiv avea cifrele gravate pe niște roțițe, care, fiind rotite în procesul operațiilor aritmetice, ofereau cifre diferite. Fiecare ordin (unități, zeci, sute, mii...) avea roțița lui, legată cu celelalte astfel, încît unei rotații a roțiței unităților îi corespundea întoarcerea cu un singur simbol a roțiței zecilor. Cu ajutorul unui angrenaj cu roți dințate urmau a fi efectuate și operațiile aritmetice elementare.

Din păcate, doar urmau să fie realizate, deoarece mașina lui Leonardo a continuat să rămână sub formă de proiect pînă în cea de a doua jumătate a secolului nostru, cînd specialiștii de la IBM, firmă de renume mondial, profilată în fabricarea calculatoarelor electronice, au reușit să construiască după schițele acelea istorice un model de aritmometru, care... funcționa. Deși opera cu numere din treizeci de cifre, invenția nu mai putea prezenta mare interes, fiind folosită doar ca reclamă. Acum o jumătate de mileniu nu s-au găsit, în preajma lui Leonardo, specialiști care să-i aprecieze ideile la justa lor valoare.

Să fi existat în Evul Mediu publicații referative sau măcar o revistă de tipul „Tehnica—molodioji” (Tehnica—tineretului), ideea lui Leonardo ar fi putut găsi părtași și admiratori în rîndurile cititorilor, care ar fi realizat, probabil, o machetă în funcțiune. Însă pe atunci nu exista așa ceva, iar genialul proiect nu numai că nu a fost realizat, ci și dat uitării pentru sute de ani.

Istoria ne demonstrează cu prisosință că lipsa mijloacelor de informare în masă nu numai că îngreuiază dezvoltarea științei, ci și duce la baterea apei în piuă și a pasului pe loc, cînd un savant se căznește să inventeze ceva inventat demult de altul. Un astfel de caz curios și regretabil a avut loc în viața renumitului matematician și fizician francez Blez Pascal, care la 1647 a construit prima mașină aritmetică, fără a bănuși că o asemenea mașină (una aproape identică) fusese propusă de Wilhelm Schickard, profesor de limbi orientale la Universitatea din Tübingen, cu 24 de ani mai înainte. „Pascalina”, după cum a fost denumită ulterior mașina lui Pascal, a fost considerată mult timp primul model în funcțiune, deoarece aritmometrul lui Schickard nu și-a văzut realizarea practică în timpul vieții autorului, fiind construit de către învățăceii acestuia doar cîteva decenii mai tîrziu. Aici, la fel ca și în proiectul lui Leonardo, fiecare ordin numeric era reprezentat de o roțiță, pe a cărei muchie erau imprimate cifrele ce puteau fi văzute prin fereștruci anume prevăzute. Angrenajul cu roți dințate dintre roțițe asigura multiplicitatea necesară a rotațiilor diferitelor roțițe în conformitate cu superioritatea ordinelor.

Acest principiu de funcționare a aritmometrului, bazat pe reductori de turații, s-a păstrat în mai multe dispozitive moderne : spidometre, contoare electrice, contoare de parcurs.

Începînd de la primul model, creat de Pascal cu scopul de a ușura munca tatălui său, care era percepător, și pînă aproape în zilele noastre, aritmometrul cu roțițe a suferit modificări considerabile, însă principiul său de funcționare a rămas în temei neschimbat.

În 1666 Samuel Morland a creat un model mai perfecționat de mașină de sumat și de scăzut, ce funcționa după principiul „Pascalinei“, iar șapte ani mai târziu același Morland a construit un calculator care „știa“ să înmulțească. Astfel a fost depășită bariera celor mai elementare operații aritmetice și în cele din urmă a apărut primul aritmometru capabil să execute toate operațiile aritmetice: adunarea, scăderea, înmulțirea și împărțirea; de menționat că se opera cu numere cît se poate de impunătoare.

Construcția acestui aparat aparține marelui matematician Gottfrid Vilhelm Leibniz (1646—1717). Savantul a lucrat la perfecționarea mașinii sale circa 40 de ani (prima variantă a fost elaborată în 1673, iar ultima — în 1710) și a construit cîteva modele. Unul din exemplarele mașinii sale Leibniz intenționa să-l dăruiască lui Petru I, însă nu a izbutit s-o facă, deoarece primul exemplar al „instrumentului aritmetic“ s-a defectat, iar în condițiile secolului XVII reparația unui astfel de dispozitiv era o operație de prea lungă durată, căreia mecanicul lui Leibniz nu a mai reușit să-i facă față.

Cîteva decenii mai târziu țarul rus nu ar mai fi avut nevoie de un asemenea cadou, deoarece în a doua jumătate a secolului XVIII și în Rusia a fost creată o mașină de calcul. După cum glăsuia inscripția de pe ea, mașina a fost „inventată de Evna Iacobson, ceasornicar și mecanic din orașul Nesvij, voievodatul Minscului“. Deși mașina de calcul inventată de Iacobson făcea parte din categoria de dispozitive de sumare, la ea se puteau efectua și operații de înmulțire — împărțire, însă doar pe calea unor elementare operații de adunare și scădere.

În Rusia, următorul model de mașină aritmetică nu a fost creat decît abia în secolul XIX. Autorul ei, autodidactul H. Z. Slonimșchii, în aprilie 1845 s-a învrednicit pentru această invenție de premiul Demidov și de un brevet de autor.

Între timp în Europa continuau căutările unor noi metode de mecanizare a calculelor. Nivelul înalt de dezvoltare a industriei, înregistrat în secolul XIX, a făcut posibilă asigurarea unei baze tehnologice bune permițînd confecționarea unor piese suficient de complicate din materiale diferite și cu o precizie apreciabilă. În această perioadă tehnica de calcul cunoaște un salt impresionant — apar mașinile de calcul, prevăzute cu clape sau butoane.

Prima mașină cu clape a fost propusă de către D. Parmely. Invenția a fost înregistrată de serviciul de brevetare al S.U.A. la 5 februarie 1850, purtînd numărul 7074. La scurt timp după aceasta apar numeroase variante de mașini de calcul cu clape. De bună seamă, ele au constituit rezultatul eforturilor depuse de o întreagă pleiadă de savanți și ingineri din diferite țări ale lumii. Cu toate acestea, aportul americanilor Dor Felt

și William Barrows este unul cu totul și cu totul deosebit, căci anume lor le aparțin elaborările mai mult sau mai puțin practice ale unor astfel de dispozitive.

Primele aritmometre cu clape nu erau decît sumatoare cu un singur rang, adică sumarea se efectua în limitele unui rang. La adunarea cu depășire (de exemplu $6+8=14$) se impunea memorizarea cifrei din ordinul zecilor pentru transferul acesteia (de exemplu : $6+8=4$ și încă „unul în minte“, care unitate se și plusează rangului imediat superior). Faptul că sumatoarele cu un singur rang sînt incomode în exploatare și au posibilități limitate de calcul nu a contribuit nicidecum la obținerea unei popularități, cereri pe piață și aplicări practice. Unde mai pui că și realizarea lor tehnică lasă mult de dorit. În acest sens vom remarca un singur detaliu : I. D. Felt a confecționat clapele de care avea nevoie pentru mașina sa din niște ace... pentru frigărui, luate de la o măcelărie.

Or, important era faptul că fusese găsită o nouă metodă de introducere a cifrelor în calculator : cu ajutorul claviaturii care din acest moment a devenit o parte integrantă a aproape tuturor modelelor ulterioare de aritmometre.

Volumul cărții noastre nu ne permite decît să enumerăm cele mai importante evenimente din istoria creării calculatorului omițînd în același timp o mulțime de fapte, destine, victorii și nereușite. Vom menționa doar următoarele două aspecte.

Pînă la un moment dat toți încercau să mecanizeze doar cele mai simple operații aritmetice și nimeni nu-și propunea soluționarea unor probleme de mecanizare a operațiilor logice. Despre ce fel de operații este vorba, vom afla ceva mai tîrziu.

În toate cercetările științifice și ingineresti întreprinse erau angajați savanți de diverse orientări și interese, precum și amatori pricepuți. Chiar dacă printre aceștea se aflau și savanți cu o pregătire multilaterală, însemnați de pecetea geniului, totuși nu era nici unul pentru care tehnica de calcul să fi reprezentat cauza întregii sale vieți. Un astfel de om avea să apară mai tîrziu, atunci cînd a devenit necesar epocii sale și omenirii întregi. Filozofii denumesc acest fenomen „necesitate istorică“.

CHARLES BABBAGE — O VIAȚĂ CONSACRATĂ TEHNICII DE CALCUL

Vom vorbi aici despre omul care și-a consacrat viața elaborării unei mașini de calcul universale, și chiar dacă nu a reușit în cele din urmă s-o construiască, a izbutit totuși în munca sa să depășească un număr incredibil de dificultăți atît de ordin teoretic, cît și tehnic, creînd astfel premisele pentru realizarea

practică a calculatorului. El nu a reușit să construiască calculatorul, deoarece imediat ce începea munca la un model practic sau altul în imaginație i se conturau alte variante, mai perfecte, și atunci el abandona modelul îmbătrînit moral, pentru a elabora altul, care la rîndul său îmbătrînea moralicește mai înainte de a fi fost definitivat.

Omul acesta purta numele de Charles Babbage și a văzut lumina zilei în Anglia în anul 1792. La vîrsta de 20 de ani a devenit student al Universității din Cambridge, pe care a absolvit-o strălucit în 1814, obținînd titlul de bacalaureat. La 1817 i se conferă titlul de magistru. Setos de cunoștințe, Babbage studiază intens lucrări științifice și ia în dezbatere cele citite cu mulți dintre autorii lucrărilor. Conform propriilor sale mărturii, aceasta a fost perioada cea mai senină și mai fericită a vieții sale. Și iată că în 1820 tînărul savant decide să se consacre creării unui calculator. Fiind familiarizat cu ultimele realizări ale matematicii, nu e de mirare că el nutrea speranța de a rezolva cu ajutorul mașinii de calcul cele mai complexe probleme ale timpului.

Totul a început de la faptul că odată, prin 1812, cîntînd tablele de logaritmi, Babbage se lăsă furat de gînduri : oare tablele acestea n-ar putea fi calculate la o mașină specială ? Abia după opt ani de cercetări multilaterale și consultări cu matematicieni și ingineri el în cele din urmă s-a apucat de munca practică în vederea creării unui calculator, pe care l-a și realizat în doi ani.

Baza construcției mașinii, ce permitea calcularea cu o exactitate de pînă la a opta cifră, o constituiau 96 de roți dințate, situate pe 24 de axe. Evident, confecționarea unui astfel de aparat a epuizat toate economiile autorului, astfel încît soarta de mai departe a construcției unor mașini noi depindea de cînteresarea statului în tehnica de calcul. În 1823 Babbage este decorat cu medalia de aur a Societății de Astronomie pentru lucrările în vederea creării mașinii de calcul, iar vistieria statului i-a eliberat 1500 de lire sterline pentru confecționarea unui model în funcțiune. Organizarea fabricării în condiții de laborator a mașinii de calcul bazate pe diferențe măcar și în serie mică s-a dovedit a fi un lucru cît se poate de anevoios, unde mai pui că spiritul inventiv al lui Babbage continua să genereze idei noi și noi, care necesitau o mulțime de soluționări tehnologice și de construcție, și... noi cheltuieli bănești. Efectul tratativelor de lungă durată cu ministerul de finanțe a fost că statul elibera din cînd în cînd cîte o mie sau două de lire sterline, dar aceste mijloace, evident, erau insuficiente.

În 1827, an de grea cumpănă, cînd bîntuia cea de a șaptea pandemie de holeră, Babbage și-a pierdut tatăl, soția și doi

feciori. În ciuda acestei lovituri distrugătoare el și-a continuat cercetările. Ca să ne dăm seama cât de cruntă a fost cu el soarta, vom spune doar că din cei opt copii, câți a avut, doar trei feciori au ajuns pînă la maturitate. Unul dintre ei, Henry Babbage, a continuat cauza tatălui său și a muncit pe acest tărîm încă douăzeci de ani după moartea părintelui.

În toiul lucrărilor de construire a mașinii bazate pe diferențe și după încercările reușite ale subansamblurilor ei de bază, Babbage a pierdut la un moment dat orice interes pentru ea : căci se pasionase de o nouă idee grandioasă — crearea unei mașini de calcul universale ! În 1834 el a elaborat principiile fundamentale ale noii mașini, pe care a numit-o analitică, iar mai apoi, după ce a examinat circa 20 de variante, a propus și un model al acesteia. Guvernul Marii Britanii însă, profund obosit de ideile interminabile ale lui Babbage, a refuzat finanțarea construcției. Și cînd te gîndești cîte a întreprins inventatorul pentru materializarea ideii sale ! Își propusese să scrie un roman în trei volume, sperînd să încaseze 5000 de lire sterline, elaborase un sistem de pariuri la cursele de cai, dar nici una, nici alta, nici multe alte idei asemănătoare nu i-au adus rezultatul scontat. Înfruntînd o mulțime de dificultăți de ordin tehnic, organizațional și financiar, Babbage și-a continuat elaborările în colaborare cu Ada Lovelace. Lady Lovelace, fiica renumitului poet englez George Gordon Byron, matematiciană de talent și căutătoare perseverentă de adevăr, poate fi considerată de fapt prima programatoare din lume, deoarece anume ea a formulat pentru prima oară conținutul funcțional al „listei de operații”, adică al programului de calcul. Unica lucrare științifică a domniei sale este un comentariu la articolul lui L. F. Manabrea „Studiu despre mașina analitică, inventată de Ch. Babbage” în care programatorii de mai tîrziu aveau să găsească mulți dintre termenii și definițiile de bază ale limbajului de programare. Drept consecință numele doamnei Augusta Ada Lovelace a rămas înscris pentru vecie în istoria ciberneticii și a tehnicii de calcul.

Charles Babbage s-a stins din viață în 1871 adîncit pînă în ultima clipă în munca ce a constituit cauza vieții sale. Într-un răstimp de peste cincizeci de ani, cît a durat activitatea sa de muncă, el a scris 18 articole științifice consacrate diferitelor probleme ale matematicii. Paralel cu crearea mașinii de calcul Ch. Babbage a trebuit să studieze o mulțime de chestiuni legate de chimia și tehnologia prelucrării metalelor, de alte domenii ale științei și tehnicii. Este inventatorul spidometrului, dinamometrului pentru măsurarea tracțiunii locomotivei cu abur, tot el a construit primul oftalmoscop, a descris dispozitivul de dirijare a tunurilor, aparatul pentru înregistrarea șocurilor seismice și a

făcut un șir întreg de descoperiri în mai multe domenii ale științelor naturii.

Și totuși cel mai prețios aport al savantului îl constituie ideile sale ce au servit drept puncte de reper pentru discipolii și adepții săi. După cum menționam, Babbage nu a reușit să ducă până la capăt realizarea în metal cel puțin a uneia dintre mașinile sale. Prea își depășise el epoca. Or, tehnologia construcției de mașini nu dovedea să se țină după el, iar de construcția de aparate pe atunci nu era nici pomină. Cu toate acestea, Babbage a analizat atât de profund metodele de efectuare a operațiilor matematice, căile și perspectivele de dezvoltare ale tehnicii de calcul, încât toate realizările ulterioare din acest domeniu pot fi pe bună dreptate considerate drept o continuare și materializare a ideilor sale. Anume Babbage a ajuns la concluzia că procesul de evoluție de la simplul aritmetru la mașina analitică constă în trecerea de la un program fix (cablat) la unul ce s-ar putea modifica după dorința utilizatorului. Tocmai aceasta și constituie esența funcționării programate a calculatorului.

Babbage a aplicat în mașina sa analitică componentele care constituie și astăzi baza oricărui calculator universal. E vorba de cele cinci dispozitive sau unități de bază și obligatorii:

1. Unitatea de intrare a informației numerice sau „unitatea de intrare”. În acest scop Babbage a utilizat cartelele perforate, elaborate de I. M. Jacquard pentru comanda războaielor de țesut și care au fost folosite cu succes până la începutul anilor șaptezeci ai secolului nostru.

2. Memoria numerică (sau digitală) și de instrucțiuni de programare, zisă și „memoria internă”. Aici Babbage a hotărât să aplice cartele perforate și discuri metalice cu găuri.

3. Unitatea aritmetică pentru executarea operațiilor necesare numită de Babbage „moară”.

4. Dispozitivul ce comandă într-o ordine anumită (conform programului) operațiile efectuate de mașină. În continuare îi vom zice „unitatea de comandă”.

5. Dispozitivul de extragere a rezultatelor calculelor efectuate sau mai simplu „unitatea de ieșire”. În acest scop Babbage a folosit cartelele perforate și imprimatorul automat.

Bineînțeles, pe timpurile acelea era imposibilă construirea aparatului la nivelul cerințelor, din care cauză el și-a și pierdut mai târziu valoarea practică. Însemnătatea teoretică a principiilor de funcționare și a programelor elaborate de Babbage și A. Lovelace rămâne însă și astăzi de-a dreptul enormă. A fost nevoie de circa o sută de ani până când industria construcției de mașini și a celei de aparate să atingă nivelul ce a permis producerea unor mașini de calcul constituite din toate acele

componente, pe care Babbage visase atît de mult să le vadă în funcțiune.

În cea de a doua jumătate a secolului XIX numeroși savanți și ingineri lucrau în paralel la crearea și perfecționarea dispozitivelor de calcul, dar ei toți nu-și propuneau decît soluționarea unor probleme înguste cu caracter aplicativ, și doar unul Babbage s-a decis să le rezolve pe toate. Aceasta însă nu înseamnă că printre inventatorii din acest domeniu nu au existat talente excepționale. Un asemenea talent a fost Hermann Hollerith, care și-a pus în gînd să automatizeze analiza rezultatelor recensămîntului din SUA și în acest scop a prezentat în 1890 o lucrare de concurs. Construcția mașinii lui Hollerith era analogică celor create pînă la el, în schimb principiile de funcționare erau absolut noi. Se puneau în aplicare și cartelele perforate ale lui Jacquard de introducere a informației. În anumite poziții găurile de pe cartelă (sau lipsa acestora) desemnau codurile caracteristicilor respective ale oamenilor cuprinși de recensămînt. La citirea sau decodarea unei astfel de cartele se utilizau niște vergele de metal, care erau introduse prin perforații și veneau în contact cu suprafața unei băi de mercur. Contactul obținut pe această cale provoca impulsuri electrice ce puneau în funcțiune un contor. Era vorba de prima aplicare a energiei electrice într-un dispozitiv de calcul. Tabulatorul lui Hollerith a constituit prima producție-marfă a firmei IBM (fondată în 1911) care cu timpul a devenit una dintre cele mai mari și prestigioase din lume.

UN FANTAST PROROCEȘTE CALCULATORUL

Grație dezvoltării vertiginoase a științei, tehnicii și industriei spre finele secolului XIX volumul lucrărilor de calcul absolut necesare a sporit simțitor; ca urmare modernizarea dispozitivelor de calcul a devenit o problemă arzătoare. Fantezia dezlănțuită a matematicienilor, inginerilor și altor specialiști și nespecialiști, plămăduia calculatorul viitorului. De menționat, că nu rareori necesitatea istorică a unei sau altei invenții este precedată de apariția unor lucrări științifico-fantastice, în care se prezice soluționarea unor sau altor probleme. Asume așa se întîmplă în ultimii o sută de ani. Or, primul submarin a fost descris de... Jules Verne în romanul său științifico-fantastic „20000 de leghe sub apă”. Cîteva decenii mai tîrziu această fantezie avea să devină o realitate. Tot Jules Verne este acel care a expediat primii oameni pe Lună. Iar primul prototip al laserului a luat naștere în cartea lui A. N. Tolstoi „Hiperboloidul inginerului Garin”. Apogeul popularității romanului revine anilor antebelicilor, cînd toată lumea — și mic, și mare — propunea cele mai

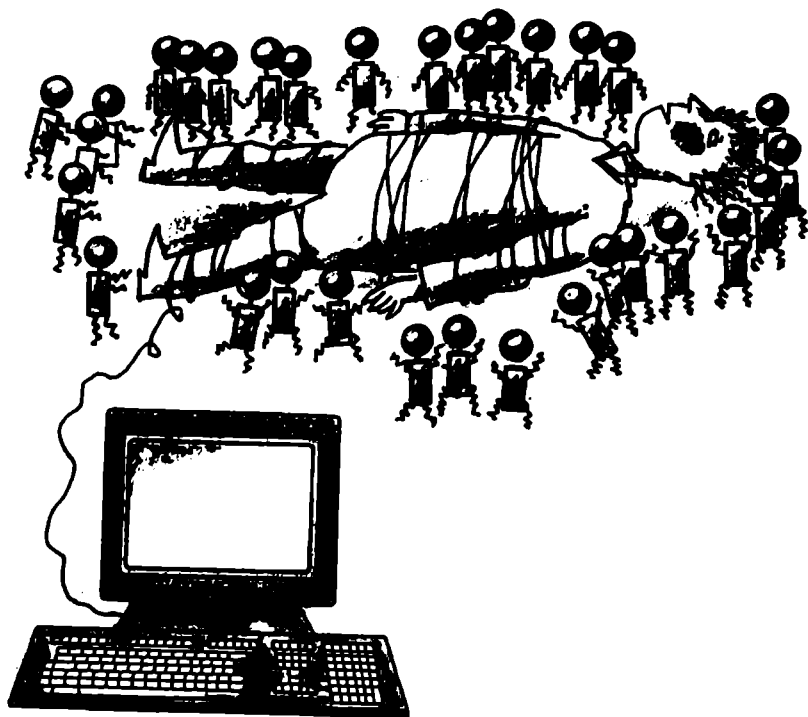
incredibile proiecte de hiperboloizi. Redacțiile ziarelor și ale revistelor, birourile de proiectare, Ministerul apărării și Academia de științe erau de-a dreptul inundate de torentul nesfârșit de scrisori, sosite de la constructorii-entuziaști autodidacți. Toți doreau să dea o mână de ajutor științei și să construiască un aparat, a cărui rază ar fi fost similară „fascicului termic” al hiperboloidului. În încercarea sa de a domoli nenumărații amatori de a împiedica lumea să lucreze, Academia de științe a URSS a publicat o serie de articole, în care se arăta că obținerea unui astfel de „fascicul termic” din energia radiantă a luminii este, pur și simplu, imposibilă. Astfel, demonstrând imposibilitatea obținerii „fascicului termic” dintr-o rază obișnuită de lumină, știința a formulat proprietățile necesare ale razei de tip nou, zisă „coerentă”, adică a razei laser. Inventarea acesteia în 1954, pe de o parte, a confirmat în întregime deosebirea de origine dintre raza laser și „fasciculul termic”, iar pe de alta — similitudinea efectelor produse de acțiunea lor. Chiar dacă prezicerea n-a fost tocmai exactă, totuși la scurt timp după asta laserul a fost inventat ! Ce-i drept, concordanța dintre pronosticările științifico-fantastice și realizările lor practice nu trebuie nicidecum interpretată drept o legitate. S-a scurs un secol de când Herbert Wells a prevestit invazia marțienilor pe Pământ, iar acestea nu se arată și au să vină ei oare vreodată ?

Apariția calculatorului a fost de asemenea prezisă în literatură. Ce-i drept, era vorba de literatura fantastică, nu și științifică, și anume de cartea scriitorului satiric englez Samuel Butler (1835—1902). Fiu și nepot de preot, Butler și-a făcut studiile la Universitatea Cambridge, unde a și fost promovat în rang bisericesc. Interesul pentru știință, curiozitatea, capacitățile intelectuale ale tinărului au făcut ca Butler să renunțe la cariera de preot. După ce își încercă norocul și în alte domenii, el se consacră cercetărilor științifice în diverse domenii ale științelor naturii. Investigațiile lui Butler au fost cât se poate de variate, ba chiar pulverizate pe o arie mult prea amplă. Dar anume datorită acestui fapt fostul preot a reușit să-și formeze concepțiile originale despre lumea și societatea din jurul său, făcându-l să-și găsească vocația sa adevărată — cea de satiric.

În 1872 el a publicat romanul „EDNUICIN”, ceea ce reprezintă anagrama cuvîntului „NICIUNDE”. Subiectul cărții era asemănător cu cel din „Călătoriile lui Guliver” de J. Swift. Eroul lui Butler pleacă peste mări și țări și nimerește într-o țară necunoscută — EDNUICIN (NICIUNDE), unde întâlnește un om pe numele NOZNIBOR (ROBINZON), apoi se îndrăgostește de YRAM (MARY)... Într-un cuvînt, în acea țară toate erau orînduite nu așa, cum se obișnuia în vechea și buna Anglie, ci exact pe dos, deși, dacă e să citim printre rînduri, pu-

tem întrezări în ordinea nouă din acea țară vechile cusururi ale orînduirii vechi.

În acest roman există un personaj deosebit. E vorba de mașini. În presupusa țară EDNUICIN a avut loc o evoluție treptată a mașinilor de la varietățile elementare la unele din ce în ce mai complicate și în cele din urmă își făcu apariția o generație de mașini care amenințau independența omului. În acea țară misterioasă era și un profesor-profet. El a prorocit că dezvoltarea mașinilor se va solda neapărat cu subjugarea de către ele a omului. Cartea profetului a produs o adevărată revoluție, și oamenii acelei țări îndepărtate s-au ridicat și au nimicit civilizația mașinilor. Buttler a publicat primele trei capitole ale cărții sub titlul „Darwin printre mașini“, parodiind originea speciilor într-o variantă cu privire la mașini.



De bună seamă, teoria lui Buttler viza în primul rînd problemele sociale, cauzate de industrializarea excesivă proprie capitalismului, o trăsătură a căruia este că mașina devalorizează munca omului, înrobindu-l. Cît privește aspectul tehnic al „evoluției mașinilor“ trebuie să remarcăm că autorul a dat dovadă de o fantezie uimitoare pentru acele timpuri, creînd chipul unei

mașini ce a acumulat în sine experiența generațiilor de mașini precedente. Această capacitate e foarte asemănătoare cu proprietatea calculatorului, unica mașină (mai bine zis, așa și-o doresc matematicienii, programatorii și constructorii) capabilă de stocări „intelectuale“ din contul programelor elaborate anterior.

Se mai întâmplă și așa : un anumit fél de calculatoare este scos din producție, iar programele scrise pentru el pot fi percepute și executate doar de calculatoarele din generația următoare. Mașinile lui Buttler aveau proprietăți ce ne permit să întrevădem în ele portretul literar al viitorului computer logic. Ulterior fenomenul a fost sesizat de către mulți dintre specialiștii profilați în elaborări de CE și în primul rând de către unul din primii creatori ai calculatorului — C. E. Shannon...

SECOLUL XX — O EPOCĂ A SPERANTELOR ÎMPLINITE

Dar să nu anticipăm evenimentele, să revenim la începuturile secolului nostru. În 1912 academicianul A. N. Crîlov a creat prima mașină pentru integrarea ecuațiilor diferențiale. În 1925 americanul Vannevar Bush a realizat primul analizor diferențial. În 1935 inginerul german K. Zuse a construit o mașină specializată cu comandă programată destinată rezolvării problemelor de mecanică a construcțiilor. Aici a fost aplicată pentru prima oară reprezentarea binară-decimală a numerelor. În modelele mai vechi ale acestui constructor calculatoarele mecanice fuseseră înlocuite cu relee electromagnetice, iar introducerea datelor se realizează cu ajutorul unei benzi perforate de hîrtie.

Mașinile de calcul cu relee, ale căror calități remarcabile și-au aflat la 1944 materializarea în modelul fizicianului american Howard Aiken „MARC—I“, iar la 1946 în cel al inginerului german K. Zuse „Z—4“, au fost primele dispozitive universale de calcul de funcționare automată cu comandă programatică. De aceea se poate considera că la acel moment visul lui Charles Babbage a fost deja parțial realizat. Am zis „parțial“, pentru că aparatele mai aveau multe neajunsuri : viteza de calcul redusă, fiabilitatea modestă, lipsa unui program stocat în memorie.

Paralel cu căutarea unor variante mai reușite pentru mașina de calcul universală continuă perfecționarea și fabricarea industrială a mașinilor cu roți. Totuși acestea din urmă erau niște mașini speciale cu o anumită destinație, adică aveau o uzualitate redusă, fapt despre care vorbesc cu prisosință chiar denumirile lor : analizor, sumator, tabulator etc. Ulterior din ele au rezultat

mașini de contabilitate, de birou, înregistratoare de casă și altele cu destinație bine definită, ce au servit pînă la hotarul anilor șaizeci, cînd au fost înlocuite de calculatoarele cu clape.

Problemele de actualitate ale științei, tehnicii, statisticii necesitau o sporire urgentă a funcționalității mașinilor, din care cauză aritmometrele mecanice, fabricate în prima jumătate a secolului XX, după o scurtă perioadă de utilizare deveneau învechite din punct de vedere moral. Cerințele față de tehnică creșteau mai repede decît înseși mijloacele tehnice. În procesul dezvoltării tehnica a acumulat și a asimilat toate inovațiile științei, devenind din ce în ce mai aptă pentru soluționarea problemelor, a căror complexitate sporea zi de zi.

În anii treizeci ai secolului nostru au apărut tuburile sau lămpile electronice, cărora li se mai zicea pe timpuri lămpi radio. Deși primul tub electronic cu doi electrozi — dioda — fusese inventat în 1883, iar cel cu trei electrozi — trioda — în 1904, specialiștii din tehnica de calcul nu s-au grăbit să le utilizeze, astfel încît acestea și-au găsit aplicare doar în radiotehnică. De o utilitate indiscutabilă pentru tehnica de calcul a fost circuitul basculant bistabil (zis și „C. B. B.“, „circuit bistabil“ sau „Bistabil“), pe baza căruia în 1919 englezul Vinn Willams a construit un contor de impulsuri electrice.

Elaborarea primului calculator electronic din lume a început în 1943 la Universitatea Pensilvania din SUA. La crearea lui au luat parte, fără a mai număra muncitorii, 10 ingineri și 200 de tehnicieni în frunte cu John W. Mouchleu și I. Presper Eckert. S-a muncit doi ani și jumătate. Noua mașină se numea „Integrator și calculator electronic digital (numeric), sau ENIAC (de la engl. Electronical numerical integrator and computer) și era destinat unor scopuri militare, deși punerea sa în funcțiune s-a produs după sfîrșitul celui de-al doilea război mondial. ENIAC-ul îngloba 18000 tuburi electronice și 1500 relee, cîntărea circa 30 tone și consuma circa 150 kilovați de energie electrică. Operația de adunare se realiza în 0,0002 s., iar cea de înmulțire în 0,0028 s., în același timp lucrările de pregătire a mașinii pentru funcționare durau cîteva ore. O atare încetineală era condiționată de faptul că introducerea programului de funcționare se efectua prin comutarea conductorilor pe cîmpul de comutație (de culegere). Introducerea datelor se realiza mult mai repede cu ajutorul cartelelor perforate. ENIAC funcționa în sistemul de numerație zecimal cu o exactitate de pînă la zece ranguri.

Trei decenii mai tîrziu judecătoria federală a orașului Minneapolis va demonstra că ideea inventării CE nu aparține lui Mouchleu sau Eckert, ci lui John Vincent Atanasov, din proiectul căruia fuseseră împrumutate ideile teoretice și de construcție.

fundamentale. J. V. Atanasov, un american de origine bulgară, ajunsese la aceste idei încă în 1937. De menționat că ideea transformării numerelor zecimale în binare fusese lansată încă pînă la el. Toate acestea nu depreciază nicidecum aportul lui Mouchley și Eckert la crearea primului calculator. Vom observa că în calitate de calculator universal ENIAC era departe de perfecțiune în primul rînd din punct de vedere matematic. Mulți matematicieni, și înaintea tuturor J. von Neumann, au arătat că numerația zecimală este incomodă pentru operațiile logice ale mașinii. Von Neumann s-a alăturat grupului lui Mouchley-Eckert și, precum a făcut la timpul său Ch. Babbage, s-a convins de necesitatea de a construi un CE nou, ce se va deosebi principial de mașina precedentă și va funcționa pe baza unui sistem binar. La aceeași concluzie a ajuns și părintele ciberneticii, cum este supranumit Norbert Viener. El menționa într-o scrisoare adresată lui V. Bush : „...mașina trebuie să fie electronică, și nu mecanică, să aibă un cod de numerație nu zecimal, ci binar“

Și iată că visul lui Ch. Babbage e pe cale de a deveni din nou realitate — de astă dată datorită lucrărilor lui A. Turing (1912—1954), celebru matematician englez, care a lucrat la elaborarea unei mașini matematice, capabile, asemeni omului, să efectueze orice fel de operații. Generalizînd experiența predecesorilor, Turing a ajuns la concluzia că mașinile cu roți și acționare mecanică nu pot servi drept bază pentru mașina de calcul a viitorului. Turing este primul om care și-a dat seama că un CE universal va soluționa nu numai probleme matematice, ci și logice, de gîndire. Reprezentant al științelor fundamentale, savantul a început munca în vederea creării unei astfel de mașini de la elaborarea unor baze teoretice. În urma unor calcule extrem de complexe el a demonstrat că oricare proces de transformare a informației se poate exprima sub formă de „sumă“ a unui număr determinat de operații elementare, iar numărul de timpuri sau reguli conform cărora se face „adunarea“ este destul de mic. Un ansamblu (set) de astfel de operații elementare poate servi drept bază pentru alcătuirea diferitelor programe concrete : de la calcularea funcțiilor matematice oricît de complexe pînă la comanda vînzării biletelor de avion, traducerea dintr-o limbă în alta sau procesul de așchiere a metalului la strîng.

Bine, dar cine a elaborat aceste operații și regulile lor de compunere ?

S-a dovedit că acestea existau demult, ce-i drept, nimeni nu le dădea acea apreciere și nu le atribuia acel rol pe care aveau să-l joace în secolul XX. E vorba de aritmetica binară sau algebra logică sau de funcțiile buleane, denumite astfel după numele matematicianului și filozofului englez George Boole. Siste-

mul binar a fost descoperit în secolul XVII, iar prima descriere a operațiilor aritmetice în acest sistem datează din 1703 și aparține lui Leibnitz. Elaborarea algebrei binare pentru matematizarea logicii formale aparține însă lui G. Boole și a fost expusă în lucrarea „Studiu asupra legilor gândirii” (1854).

În felul acesta părerile majorității matematicienilor celebri convergeau spre aplicarea în computere a sistemului binar, el fiind pus la baza tuturor modelelor ulterioare de computere.

Circuitul basculant bistabil — această celulă elementară a computerului — reprezintă un dispozitiv electronic cu două stări stabile : „0”, și „1”. Bistabilul, însă, mai e și un analog sau un model fizic al celulei nervoase, zise „neuron”, care de asemenea cunoaște doar două stări stabile : „repaus” și „excitație”.

Codul binar a simplificat problema reprezentării simbolurilor numerice și literale printr-o notație unică, precum și problema realizării operațiilor aritmetice și logice cu ajutorul unor dispozitive tehnice unice, creîndu-se astfel posibilitatea de a stoca în memoria mașinii programele elaborate și a soluționa întreaga diversitate de probleme, pe care le rezolvă un computer la ora actuală.

Ideea înmagazinării programului de lucru în propria memorie a CE aparține, pe lângă multe alte idei noi pentru timpul său, matematicianului și ciberneticianului american John von Neumann. Anume din inițiativa lui s-a purces la prima elaborare a unui CE cu program stocat în memorie (EDVAC). Lucrul a început în 1945 în cadrul aceleiași Universități din Pennsylvania, dar s-a încheiat abia în 1950, la un an după realizarea CE de origine engleză EDSAC. În felul acesta EDSAC, creată sub auspiciile și cu participarea profesorului M. Wilkes de la Universitatea Cambridge, unde cu 137 de ani în urmă Ch. Babbage își plăsmuise marele său vis — ideea computerului, s-a dovedit a fi primul CE bazat pe un cod binar și dotat cu un program stocat în memorie.

Între timp parcul de calculatoare a cunoscut o extindere fantastică, ele căpătînd caracteristici, parametri și semne distinctive de o diversitate incredibilă. Este motivul pentru care tentativa de a urmări în continuare evoluția computerului devine o chestiune extrem de dificilă. De toate aceste lucruri se poate lua cunoștință din surse mai detaliate și doar după o pregătire preliminară cît de cît serioasă în problemele de teorie și în practica de aplicare a mașinilor de calcul. Noi, însă, ne vom limita doar la o trecere în revistă sumară a evenimentelor de primă importanță din istoria minunii secolului XX — calculatorul.

Toate CE create după anii cincizeci se împart în generații.

Prima generație o formează CE cu tuburi electronice. Pe lângă modelele EDSAC și EDVAC, pomenite anterior, vom

menționa computerele MARC-1 (Marea Britanie), UNIVAC, SVAC (SUA), MESM, M-2, BESM-1, Ural, Strela, Minsc-1 (URSS).

Dintre mașinile din prima generație o mare răspîndire a căpătat modelul IBM-650, primul exemplar al căreia a fost fabricat în 1954. Deși între timp au apărut computere cu tranzistori, fabricarea CE din prima generație a continuat pînă în anii șaizeci.

Următorul aparat electronic capabil să înlocuiască tubul cu vid a fost tranzistorul. Odată cu inventarea primilor tranzistori în 1948 de către savanții americani D. Bardeen și U. Socley a devenit posibilă miniaturizarea calculatorului. În plus, folosirea tranzistorilor permitea și o micșorare considerabilă a consumului de energie, care la tuburile electronice se consumă mai toată pentru încălzirea lor și, ca rezultat, randamentul acestora nu depășea modesta cifră de 5—10%.

Deci, reprezentanții celei de a doua generații de CE sînt computerele cu tranzistori. Dintre modelele cele mai cunoscute se cuvine să pomenim „Stritch“ (SUA), „Atlas“ (Marea Britanie), BESM-6, Minsc-22, Minsc-32 (URSS). În comparație cu CE din prima generație, ce posedau o viteză de calcul cifrată la zeci de mii de operații elementare pe secundă, computerele din generația II aveau o capacitate de pînă la un milion de operații pe secundă. Ce reprezentau aceste aparate extraordinar de complexe? Niște construcții cît se poate de impunătoare, deservite de un personal numeros exercitînd o serie de funcții strict determinate. Ele au stat la baza fabricării în serie a unor familii întregi de CE, cum ar fi IBM (SUA) sau ES EVM (URSS). Fabricarea de calculatoare voluminoase a continuat să predomine pînă în anii șaptezeci. Odată cu dezvoltarea tehnologiei semiconductoarelor a început însă fabricarea unor noi tipuri de CE de dimensiuni mici — minicomputerelor.

În cea de a treia generație intră CE cu circuite integrate mici. Aici în locul tranzistorilor executați în formă de aparate electronice aparte se utilizează ansamblurile microelectronice ale acestora: circuite bistabile, contoare, scheme logice de comparație. În cadrul unui singur cip, adică pe o singură plăcuță de siliciu, sînt amplasate o mulțime de elemente — tranzistori. Astfel, sub o singură capsulă funcționează subansambluri și dispozitive întregi. În 1971, la un an după apariția primelor circuite integrate, a început fabricarea cipurilor cu circa o mie de elemente, cărora li se mai zice și circuite integrate mijlocii, iar în 1976 numărul de elemente din cip a atins cifra de 20000 — circuitele integrate mari. Acum se lucrează la elaborarea unor circuite integrate supramari cu pînă la un milion de elemente sub aceeași capsulă, ce sînt deosebit de comode și

convenabile pentru memoriile cu elemente semiconductoare, unde e absolut necesară o mare densitate de amplasare a elementelor, adică un înalt grad de integrare.

Cea de a patra generație de calculatoare a fost construită pe bază de circuite integrate mari și mijlocii. URSS dispune de o industrie de elaborare și fabricare atât a supercomputerelor, cât și a minicalculatoarelor. Asociația EC EVM produce computere mari, iar asociația SM EVM — minicalculatoare. Organizațiile pomenite au un caracter internațional, căci la activitatea lor iau parte un număr mare de țări.

Crearea unei tehnologii de înalt grad de integrare a deschis noi posibilități pentru procesul de miniaturizare a calculatoarelor înseși. Dacă ENIAS cântărea mai bine de 30 t și ocupa o suprafață de $20 \times 9 = 180 \text{ m}^2$, atunci astăzi un astfel de computer, ba chiar unul cu posibilități și mai mari, ar putea fi creat pe un cip cu aria de 1 cm^2 .

În cea de a doua jumătate a anilor șaptezeci au apărut primele microcalculatoare. Păstrându-se același stoc de programe, elaborat pentru generațiile anterioare de mașini, precum și aceleași limbaje de programare, s-a reușit o modernizare tehnică considerabilă a CE la fel ca și realizarea în întregime a schemei computerului pe un singur sau câțiva cipi. Microcalculatorul întrunește toate realizările enumerate. În acest aparat locul central revine microprocesorului. La acesta se cuplează cipi auxiliari, prin intermediul cărora se realizează legătura microprocesorului cu unitatea de intrare (claviatură, lectorul fotoelectric), de ieșire (imprimanta, tubul catodic-display-l etc.) URSS produce o serie amplă și variată de microcalculatoare de tipul „Electronica”. Microprocesorii și microcomputerele au căpătat o largă răspîndire în calitate de aparate independente. Pe baza lor se confecționează așa-ziii microcontrolori, dotați cu program rigid de funcționare, care, la rîndul lor, se utilizează pe larg la dirijarea proceselor tehnologice, în tehnica de calcul și în multe alte domenii de activitate.

De bună seamă, nu putem vorbi despre computere fără a ne referi la Japonia, care ocupă un loc de frunte (dacă nu chiar cel mai de frunte) în lume în domeniul elaborării și construcției de computere, în special de microcomputere. Vă veți întreba, probabil, cum de s-a pomenit Japonia în frunte, dacă ea, după cum am văzut, nici măcar n-a luat parte la primele elaborări ale CE? Răspunsul la o astfel de întrebare e următorul.

Cele mai importante evenimente din viața științifică, tehnică și industrială a Japoniei s-au desfășurat după cel de-al doilea război mondial. Reforma agrară din 1947, înfăptuită în condițiile revoluției tehnico-științifice (mecanizarea și intensificarea agriculturii) s-a soldat cu eliberarea unui număr enorm de

brațe de muncă — circa 30 de milioane de oameni. Integrarea acestei cantități uriașe de forță de muncă în industrie și știință a contribuit la dezvoltarea lor în ritmuri sporite. În Japonia, valul postbelic de industrializare s-a efectuat pe baza ultimelor realizări ale științei și tehnicii. În bună parte aceste realizări au fost împrumutate din străinătate prin procurarea de licențe și brevete de tehnologie. Faptul a permis Japoniei să investească mai puține mijloace în cercetările științifice, în lucrările experimentale și de proiectare, în schimb să sporească brusc calitatea producției și să cucerească piețe de desfacere din ce în ce mai mari de la astfel de concurenți serioși, precum erau SUA și Marea Britanie. La accelerarea ritmurilor de creștere a economiei au mai contribuit și cheltuielile relativ mici pentru înarmare cheltuieli care în medie, pentru întreaga perioadă postbelică, nu au depășit limitele anuale de 1,0—1,5% din produsul național global.

Așadar, firmele japoneze, ce reprezentau în marea lor majoritate industria prelucrătoare, au beneficiat după război de un mare aflux de forțe de muncă și de resurse bănești, fapt care a permis efectuarea unor transformări esențiale în structura economiei japoneze. Dacă înainte de război industria ușoară constituia o ramură preponderentă, atunci în perioada postbelică ea a cedat locul de frunte industriei constructoare de mașini, chimiei și metalurgiei. Ca urmare, Japonia s-a situat pe primul loc în lume după volumul producției în astfel de ramuri, cum sînt construcțiile navale, construcția de mașini electrice, radio-electronica, fabricarea de oțeluri laminate. În ultimele trei decenii Japonia a obținut succese remarcabile în domeniul computerizării economiei sale și în dezvoltarea mijloacelor tehnicii de calcul. În această țară primul calculator a fost instalat în 1959 (1), iar deja în 1979 Japonia s-a plasat pe locul doi în lume (după SUA) în ce privește numărul de calculatoare aflate în exploatare. În 1983 parcul japonez de computere universale număra 128 400 unități, a căror valoare echivala cu 23 mlrd. dolari americani. Orientarea Japoniei spre crearea unor CE de mare productivitate — supracomputere, a căror elaborare începe de la începutul anilor 80, a constituit o nouă tendință și direcție în politica tehnică a acestei țări. Viteza de muncă estimată teoretic a supracomputerelor e de 10 miliarde de operații cu virgulă flotantă pe secundă (1% higaflups). Programul urma să fie realizat pînă în 1989. Trebuie să spunem că japonezii și-au îndeplinit planul la termen, ca de altfel și multe alte obiective, pe care și le-au propus.

O altă direcție de orientare a programului japonez este legată de crearea unor calculatoare din generația a cincea. Exemplul nemaipomenitului avînt al industriei japoneze în perioada

postbelică arată elocvent cît de multe ar putea realiza oamenii, dacă ar reuși să traducă în fapt programul de dezarmare generală și totală.

Fără îndoială, clasificarea generațiilor de CE după etapele de dezvoltare a bazei de elemente constituie un mod de tratare unilateral. Trebuie analizată evoluția computerelor după criteriul înzestrării lor cu programe și a posibilităților lor intelectuale. Progresul ca atare rezidă în faptul că modelele mai „tinere” sînt mult mai „istețe”, decît cele mai „în vîrstă”, însă continuă să rămîină compatibile din punctul de vedere al programelor cu care sînt înzestrate. Astfel, se menține posibilitatea de a folosi programele elaborate anterior. S-au perfecționat și dispozitivele de legătură dintre operator și CE : au apărut display-e grafice cu imagine color, instalații de grafică telecomandată și automatizată, ce permit executarea celor mai diverse desene tehnice. Asta fără a mai vorbi despre memoria computerului, care a suferit o sumedenie de modificări, transformări și perfecționări.

Într-un viitor cît se poate de apropiat calculatoarele din cea de a cincea generație vor poseda un real intelect artificial, noi sisteme de intrare / ieșire deosebit de comode pentru utilizator. Aceste mașini deștepte vor recunoaște și înțelege vorbirea, chipurile și imaginile, vor sintetiza graiul omenesc și vor prelucra informația în limbajul nostru firesc. Computerul din generația a cincea va fi în definitiv mai bun, mai milos și mai înțelegător față de utilizator, dacă ni se permite o astfel de apreciere. Ajunși la acest punct, nu ne rămîne decît să ne înarmăm cu răbdare și să le urăm izbîndă tuturor temerarilor din tagma luptătorilor pentru progres și a căutătorilor de adevăr.

EL NE SEAMĂNĂ DIN CE ÎN CE MAI MULT

„Descoperirea că mașinile de calcul sînt niște convertori universali de informație a constituit un rezultat fundamental de importanță practică enormă.”

V. M. Glușcov

Cuvintele citate în epigraf aparțin unuia dintre pionierii tehnicii de calcul sovietice Victor M. Glușcov și sînt consacrate lucrărilor lui Alan M. Turing, care a demonstrat că operațiile matematice și logice efectuate de CE trebuie să se bazeze pe numerația binară. Dar în ce constă esența, universalitatea și multapreciatele priorități ale sistemului binar, sau cum i se mai zice, „aritmeticii binare“?

La apariția telegrafului, Morze a inventat un sistem propriu de codificare a mesajelor prin liniuțe și puncte.

Doar aceste două semne au fost suficiente pentru a înscris sau codifica orice literă și cifră. Alfabetul Morze nu e decît o varietate a codului binar. Acest alfabet nu este un sistem binar aritmetic, ce ar dispune de reguli pentru efectuarea operațiilor matematice și logice, totuși cu ajutorul simbolurilor binare se poate codifica informația.

Pentru a pătrunde esența aritmeticii binare propun să ne descurcăm cu ce se alimentează computerul și ce consumă el (bineînțeles, în afară de energie electrică).

Pentru a putea rezolva o problemă sau alta, computerul trebuie să primească mai întîi condițiile inițiale, programul de soluționare, mărimile constantelor etc., într-un cuvînt, el trebuie să primească o informație anumită și tocmai prin asta ni se aseamănă. Noi, oamenii, citim în fiecare zi ziare, cărți, privim televizorul, studiem diferite dări de seamă, diagrame, desene tehnice etc. Și atunci sîntem în drept să ne întrebăm: ce ne dau totuși aceste lucruri, care nici nu ne potot-

• — • — • — • — • — • —
a b s

• • • — — — • • •
s o s



Fig. 2. Formatul caracterelor alfabetului Morze nu poate fi standardizat din cauza variației lungimii codului

lesc foamea, nici setea, nici barem nu ne apără de frig? Răspund : ele ne livrează informația, fără de care nu putem trăi. Căci, spre deosebire de animale, omul e o ființă rațională, supranumită „homo sapiens“. Intreaga lui viață nu e decât un proces continuu de acumulare a informației, alias a experienței de viață.

Aflăm din diferite surse de informație despre toate noutățile vieții politice, economice, științifice, tehnice, de producție, culturale. Toate acestea ne formează un tablou amplu al lumii, altfel zis concepția noastră despre lume, care la rândul ei ne determină punctele de vedere, atitudinile, poziția, gusturile etc. Prin intermediul și cu ajutorul aceleiași informații noi atingem un anumit nivel, ce ne permite să ne executăm calitativ îndatoririle, meseria, fapt pentru care sîntem remunerați prin salariu. În secolul nostru botezat și răsbotezat în fel și chip, inclusiv „eră a exploziei informaționale“, torențele de informație au devenit într-adevăr fantastice. Ca rezultat, în fața savanților a apărut o sarcină de actualitate imperioasă : cum să ținem evidența unei asemenea cantități enorme de informație, cum s-o prelucrăm și s-o înmagazinăm ? Și atunci s-a ajuns la concluzia că e strictă nevoie de o unitate universală de măsură a informației, precum ar fi în economie echivalentul bănesc. Căci procesul de evaluare și comparare a lucrurilor sau mărfurilor de origine diferită a devenit posibil doar prin intermediul banilor ca unitate economică universală.

Rolul aceluiași echivalent de schimb, de data asta în informatică, îl are sistemul binar de numerație, prin care se pot exprima orice fel de date, fie ele litere, cifre, instrucțiuni ale operațiilor matematice, sau operațiile înseși, desene tehnice, culori sau sunete. La baza tuturor acestora se află unitatea de măsură a informației, numită „bit“ (de la englezescul Binary digiT-cifră binară).

Noțiunea de BIT denumeste simbolul informativ, ce poate căpăta doar două valori : „zero“ sau „unu“. Însă, înainte de a demonstra că bit-ul (0“ sau „1“) constituie fundamentul numerației binare, să luăm cunoștință de faptul că prin „0“ și „1“ se pot codifica cu ușurință tot felul de raționamente logice, cum ar fi, de exemplu : da-nu, bine-rău, ușor-greu, a conecta-deconecta, liber-ocupat... Iar dacă ar fi să examinăm asemenea stări fizice, precum deschis-închis, e curent-nu e curent, magnetizat-demagnetizat, încărcat-descărcat, luminat-întunecat, atunci ne-am putea convinge că pentru înregistrarea și înmagazinarea informației cu structură bit în natură există o sumedenie de metode și procedee.

Toate aceste procedee au fost puse la temelia dispozitivelor

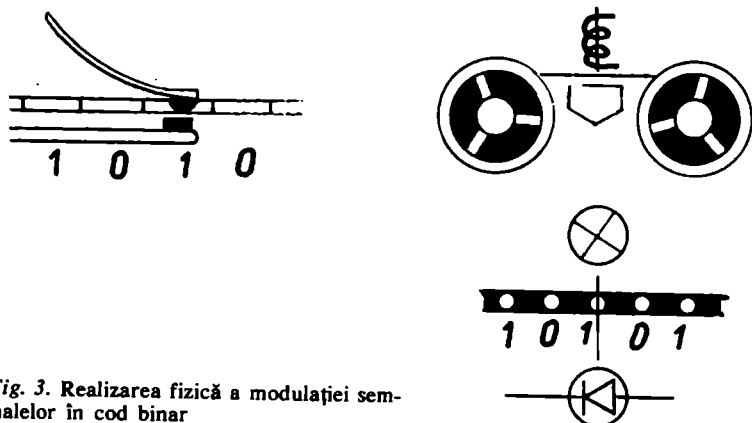


Fig. 3. Realizarea fizică a modulației semnalelor în cod binar

de înregistrare, înmagazinare și citire a informației, dispozitive pe care le vom descrie mai târziu. Deocamdată ne vom limita la remarcă următoare: toată informația din interiorul computerului are o formă ce poate fi descrisă prin „zero” și „unu”.

Bitul nu este unica măsură a cantității de informație. Mai există și unități de ordin superior: byte (octet), Kilobyte (Kilooctet), megabyte (megaoctet).

1 octet = 8 biți = 2^3 biți ;

1 Kilooctet sau 1 K = 1024 octeți = $2^{10} \cdot 2^3$ bit = 2^{13} bit ;

1 megaoctet = 1024 K = $2^{10} \cdot 2^{13}$ = 2^{23} bit.

Înăuntrul calculatorului informația are o formă determinată, standardizată pentru modelul concret de computer. Ea se înmagazinează (memorizează), se prelucerează și se transmite între dispozitive în formă de porții sau doze aparte, ce poartă numele de „cuvînt în limbaj de mașină” „cuvînt-mașină” sau „cuvînt-calculator”. Numărul de cifre binare ce constituie cuvîntul în limbaj de mașină (cuvînt-mașină) se numește „lungimea cuvîntului” sau „format de cuvînt”.

Deși alfabetul Morze se constituie din semne binare — puncte și liniuțe, — el nu deține un format de cuvînt standard : litera A conține două semne, B și V — cîte patru, iar semnalul de alarmă SOS — șase semne.

Majoritatea calculatoarelor operează cu cuvinte de doi octeți (16 biți). Calculatoarele mari utilizează alt format de cuvînt — 4 sau 8. Microcomputerele folosesc formatul de 1 și de 2 octeți (fig. 4).

Aceleași lungimi de cuvînt se întrebuintează și pentru stocarea informației în memoria calculatorului.

Dar să urmărim cum nimerește această informație în calcula-

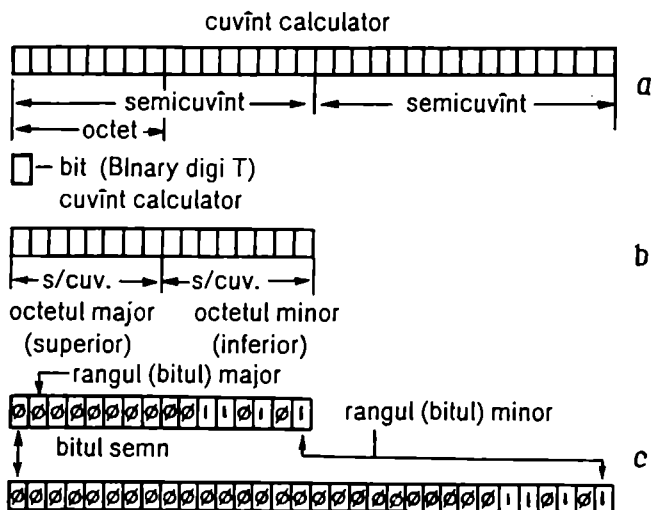


Fig. 4. Cuvinte calculatoare în formate a—4, b—2 octeți și numărul 110101, reprezentat în aceste formate

tor, unde ia forma cuvîntului în limbaj de mașină și se memorizează.

STRUCTURA, SAU ORGANELE ACTIVE ALE COMPUTERULUI

De bună seamă, calculatorul ne seamănă. Însuși faptul că celula sa de bază — bitul, ne poate reda două stări posibile — „0” sau „1” atribuie mecanismului său de prelucrare a informației o afinitate esențială cu mecanismul uman de gîndire, pentru că celula scoarței creierului nostru posedă de asemenea două stări : de repaos și de excitație.

Faptul că în căutarea unui model de calculator universal omul a construit un model simplificat al propriului său creier este o manifestare a genialității lui. Să fie chiar așa ? Analogiile dintre computer și creierul uman sînt observate nu numai la nivelul bit-neuron, ci și la nivelul blocurilor funcționale de bază — a organelor de recepție, de prelucrare și de furnizare a informației.

Să ne imaginăm că trebuie să rezolvăm o problemă oarecare. Cum procedăm ? Vom citi din manual condițiile problemei în cauză și le vom memoriza. Apoi ne vom concentra memoria încercînd a găsi setul de reguli ce ne-ar permite s-o soluționăm, vom recurge la substituție, la comparație și la alte operații. Dacă propriile cunoștințe ne vor fi insuficiente, vom apela la fiți-

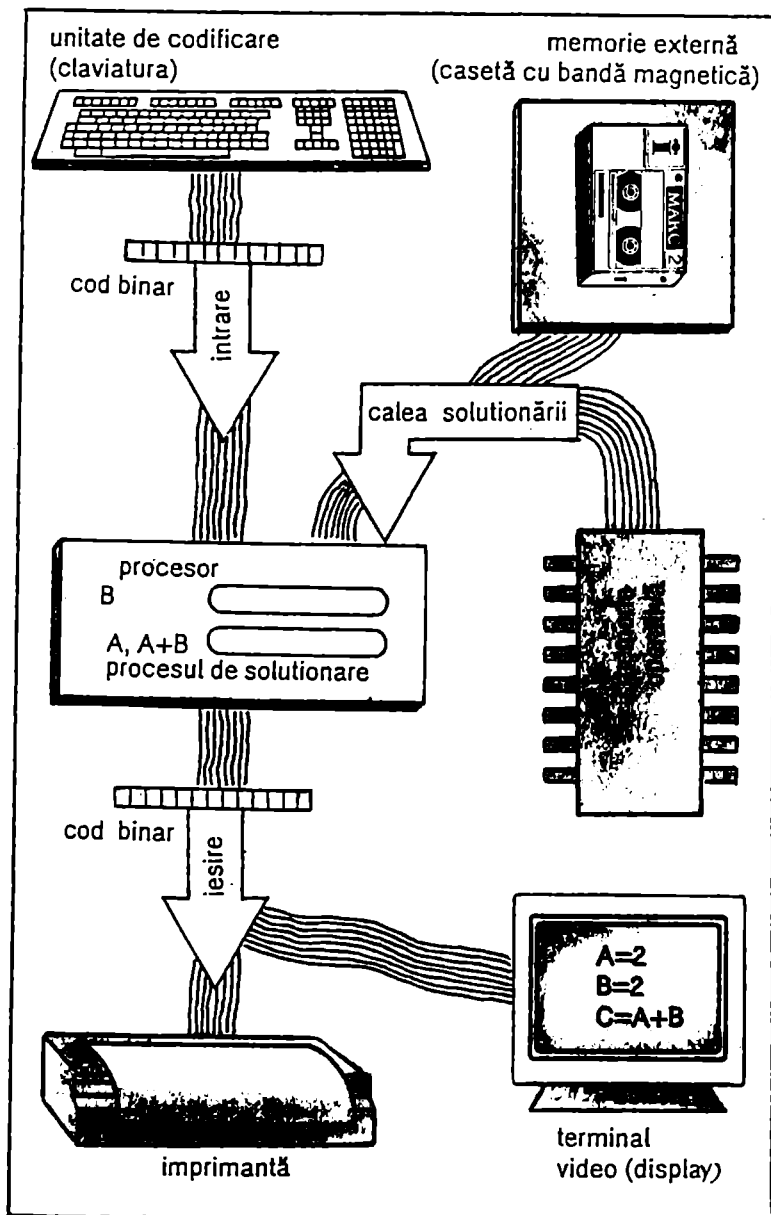


Fig. 5. Analogia mecanismelor funcționale de prelucrare a informației la om



și la calculator

că, iar dacă n-o avem nici pe asta, vom da fuga la bibliotecă după vreun manual sau îndreptar de specialitate, numai că și acolo trebuie să știm în care compartiment al bibliotecii să căutăm acel îndreptar.

Să admitem, însă, că propria erudiție ne-a fost suficientă pentru a soluționa problema. În acest caz regulile de găsim a soluției au fost citite de noi anterior și înregistrate în minte sau, ca să zicem așa „înmagazinate în memoria operativă“. Datorită acestui fapt am găsit calea de soluționare și am alcătuit ecuația respectivă, am întocmit planul operațiilor sau, cum i se mai zice în tehnica de calcul „algoritmul de rezolvare a problemei“. Substituind condițiile inițiale aflăm rezultatul, nu-i așa ?

Ei bine, cam același lucru îl face și calculatorul. Pentru executarea unor astfel de operații (acțiuni) el are nevoie cel puțin de următoarele organe-blocuri :

- de recepție a informației (ochii și urechile CE) — blocul de introducere ;

- de gândire logică (creierul CE) — blocul aritmetico-logic (BAL) ; și memoria operativă, unde se stochează programul de acțiuni ;

- de ieșire a informației sau de livrare a rezultatului — blocul de ieșire la imprimatorul cu cifre la ecranul tubului catodic, sau la alt mijloc tehnic.

Dar cum funcționează toate aceste dispozitive în complex ? Pentru început trebuie să introducem condițiile inițiale în calculator. Introducerea se poate face manual, de pe cartela sau banda perforată sau de pe un suport magnetic. Cuvintele în limbaj de mașină se imprimă pe suporturile magnetice (bandă sau disc), precum se face imprimarea la magnetofon, adică pe o bandă, acoperită cu un strat feromagnetic și prin intermediul unui cap magnetic. În acest caz stărilor de „0“ și „1“ le corespund respectiv stările benzii magnetice „magnetizată“ și „demagnetizată“.

Introducerea manuală a informației se realizează prin claviatură. Să presupunem, de exemplu, că dumneavoastră ați apăsător clapa notată prin cifra zecimală 5, iar în timpul acesta un dispozitiv special cu relee livrează varianta modificată a cifrei în formatul calculatorului respectiv în forma valorilor curentului sau tensiunii electrice pe conductoarele speciale, supranumite linii. Prin linii datele codificate sosesc în blocul de prelucrare, numit procesor. Cifratorul se poate realiza din diferite elemente, dar cel mai frecvent pentru introducerea manuală sînt folosite relee speciale cu contacte ermetizate, zise și relee cu comandă magnetică a contactelor. Mai tîrziu vom examina ceva mai amănunțit introducerea informa-

ției de pe purtătorii ei magnetici, precum și de pe alte suporturi de memorie.

Deci, clapa e apăsată și cifratorul sau codificatorul a livrat combinația cifrată de o lungime egală cu cea a cuvîntului calculator. Cuvîntul sosește fie în memoria operativă, fie în procesor, în dependență de destinatar. Adresa sau destinația cuvîntului în limbaj de mașină se indică în comanda ce are la fel o formă de combinație cifrată de un format anumit. Comenzile și datele sosesc în mod consecutiv în memoria operativă în formă de program, după care procesorul le „citește“ de acolo în consecutivitatea cuvenită, ordonată de program.

Procesorul este blocul funcțional principal sau creierul calculatorului, și de obicei este alcătuit din două părți: unitatea aritmetică-logică și unitatea de comandă automată. Unitatea aritmetică-logică (UAL) reprezintă blocul operațional al CE și anume aici se efectuează toate operațiile asupra datelor introduse. UAL include registre, sumatoare și alte subansambluri ce efectuează recepția din unitatea de intrare ori din memoria operativă sau din cea externă a codului cuvintelor în limbaj de mașină, realizează transformările lor în conformitate cu comenzile primite și livrarea rezultatului transformărilor și a semnalelor de înștiințare privind indiciile speciale ale rezultatului (saturarea registrului, valoarea nulă, transferul de date).

Funcționarea UAL reprezintă tacte separate, sau intervale de timp în decursul cărora se execută o singură operație elementară de transformare sau o microoperație. După cum vom vedea în continuare, cea mai simplă operație este adunarea, pe cînd înmulțirea, de exemplu, constituie o operație complexă, constînd dintr-o mulțime de microoperații. Tactul sau cadența mașinii e prestabilită de un aparat special numit generator de impulsuri de cadență, care sincronizează funcționarea tuturor subansamblurilor procesorului. După cum și presupunea A. Tewring, orice operații, oricît de complexe, constau dintr-o sumă definită de microoperații elementare. De menționat, că e vorba de un număr redus de tipuri de astfel de operații. Iată doar cîteva dintre operațiile de bază, efectuate de UAL: transferul de cuvinte dintr-un registru în altul, decalajul de cod în registru, inversarea codului. Dar ce determină complexitatea operațiilor matematice? Consecutivitatea (succesiunea) și mărimea setului de microoperații. De acest lucru ne putem convinge cu ușurință prin exemplul extragerii rădăcinii dintr-un număr zecimal de două cifre, în care caz întregul proces poate fi descompus într-o succesiune de adunări, înmulțiri și scăderi. Dacă vom ține cont de faptul că înmulțirea numerelor binare constă dintr-o serie de decalaje și sumări, atunci vom căpăta un număr mare de microoperații. Executarea acestor

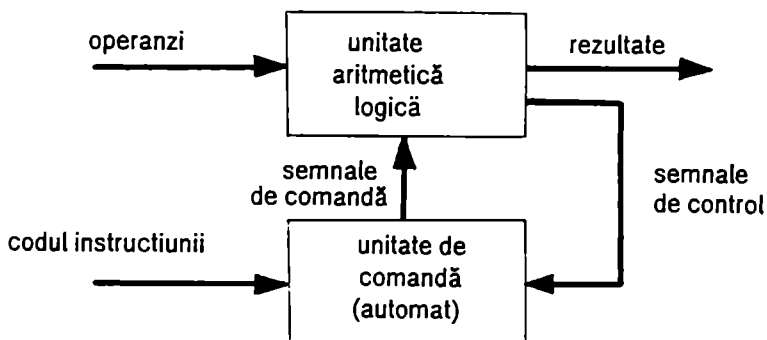


Fig. 6. Schema bloc a procesorului

operații se inițiază prin sosirea în UAL a semnalelor de comandă respective, pe care le vom numi în continuare „microcomenzi”. Astfel, succesiunea respectivă necesară a microoperațiilor se asigură prin consecutivitatea respectivă (corespunzătoare) de microcomenzi. La rîndul ei această succesiune este determinată de semnalele de cod ale operației, pe care procesorul le citește din memorie, le transferă în automatul de comandă spre descifrare, tratare și execuție. Consecutivitatea dată mai e determinată și de semnalele ce depind de indiciile speciale ale rezultatelor intermediare.

Programul codificat în formă de cifre este înmagazinat în memoria operativă împreună cu datele numerice sau digitale. În comandă se indică sau numerele (operandii) asupra cărora urmează să se efectueze operația (adică „operandii”), sau adresele celulelor memoriei operative, în care se află acestea. De vreme ce programul este stocat în memorie, unele și aceleași comenzi pot fi extrase din memorie de un număr necesar de ori și tot de atîtea ori executate.

Memoria operativă, sau internă, sau principală a CE se caracterizează printr-o mare viteză de înregistrare/citire, prin urmare e o memorie cu acțiune rapidă. Memoria operativă trebuie să acționeze cu rapiditate la cerințele procesorului, să pună la dispoziție componentele (numite operanzi) sau instrucțiunile, să înregistreze rezultatele intermediare sau cele finale. Fără a participa nemijlocit la procesul de calcul, memoria internă deservește procesorul, furnizîndu-i material informativ pentru soluționarea problemelor formulate de utilizator.

Memoria operativă păstrează cuvintele în limbaj de mașină în celulele din care este constituită. Absolut toate celulele sînt inventariate prin numerotare, iar numerele celulelor se numesc adrese. Vorbind la modul general, aproape toate registrele

procesorului își au adresele lor. Memoria internă înmagazinează programele și diferitele date, necesare procesorului pentru soluționarea problemelor. Se mai stochează aici și rezultatele prelucrării informației, rezultate ce urmează a fi expediate unităților de ieșire sau expediate pentru înregistrare în memoria externă. Deci, în memoria operativă se poate înregistra informația parvenită din procesor sau din memoria externă. În procesul de citire a cuvîntului înmagazinat în celulă conținutul acesteia se păstrează și poate fi folosit de repetate ori. În timpul înregistrării cuvîntul stocat anterior e șters, iar locul lui — ocupat de un cuvînt nou.

De regulă, înainte de soluționarea problemei prin intermediul calculatorului, programul de soluționare este pregătit, redactat, se procedează la eliminarea erorilor din el și abia după asta este transpus pe un purtător de informație: cartele sau bandă perforată, suport magnetic. Mai apoi cu ajutorul unității de intrare programul și datele inițiale sînt citite de pe purtători și transferate în memoria internă. Aceeași informație poate fi introdusă și nemijlocit de pe claviatura display-ului.

Odată cu începerea procesului de calcul memoria operativă este pusă la dispoziția procesorului și interacționează numai cu el. Informația necesară următoarelor etape de soluționare a problemei este introdusă în memorie numai după încheierea procesului de calcul, cînd procesorul este depozitat de memoria operativă, la aceasta căpătînd acces unitățile de intrare / ieșire.

Unitatea de control gestionează în mod automat, fără participarea omului, procesul de calcul, emițînd tuturor unităților calculatorului semnale, prescriindu-le anumite acțiuni. Aceeași unitate de control ordonă care anume cuvinte trebuie transmise din memoria operativă în unitatea aritmetică-logică sau în alte dispozitive, inițiază funcționarea UAL la execuția operațiunilor necesare și stochează rezultatul în memoria operativă.

Unitatea de ieșire are menirea de a extrage rezultatul operației pentru a-l înmagazina în memoria externă (benzi, discuri), a-l afișa pe ecranul tubului catodic ori a-l imprima la solicitarea utilizatorului.

În dependență de domeniile de utilizare, calculatorul necesită diferite tehnici de ieșire: de imprimare rapidă, de reprezentare grafică (desene, diagrame), mnemonică, tablouri de afișaj alfanumeric etc. În ultimii ani utilizarea pe scară largă a calculatorului în numeroase procese tehnologice a contribuit la modernizarea și modificarea echipamentelor de intrare / ieșire menite în special să convertească semnalele tehnologice în cod și codul de comandă în acționări ale curentului conti-

nuu, alternativ, în impulsuri electrice etc. Aceste tehnici constituie o amplă gamă de tehnici-unități de conjugare cu obiectul tehnologic.

Pe lângă susnumitele dispozitive exterioare un loc important aparține panoului de comandă prin intermediul căruia operatorul poate conecta, deconecta calculatorul, poate întrerupe și modifica procesul de prelucrare a informației.

Prin urmare, modelul simplificat al calculatorului este constituit din unitatea centrală (procesorul și memoria operativă), unitatea de intrare/ieșire, unitățile de memorie exterioară, unitatea de comunicație cu alte calculatoare. Ampla varietate de principii de funcționare, caracteristici și circuite de conectare a acestor utilaje asigură posibilitatea de a asambla diverse configurații ale sistemului de calcul conform cerințelor domeniului de destinație. Chiar și la o familiarizare în linii generale cu structura calculatorului observăm asemănarea lui cu omul. Când noi vrem să rezolvăm o problemă, oare nu ne alcătuim un plan anumit de acțiuni, cu alte cuvinte un algoritm, pe care-l păstrăm în memorie, pînă cînd îl traducem în fapt, adică obținem rezultatul? Calculatorul procedează la fel. Dacă ne lipsesc cunoștințele proprii, recurgem la surse exterioare (informații, explicații, îndreptare, referințe, statistici) nu-i așa? Calculatorul procedează la fel — își activează memoria externă. Pentru noi însă memoria externă include toată lumea înconjurătoare care poate fi privită ca un infinit depozit de informație. Tot ce e deja perceput și clasificat în formă de legități ale naturii poate fi exprimat prin formule și statistici, restul rămîne a fi studiat pe parcursul istoriei. Memoria externă a omului conține întreaga experiență umană — tezaurul cunoștințelor acumulate de veacuri, cărțile, cercetările științifice, operele de artă, istoria mondială, filozofia, religia — pe scurt, tot ce a reușit să immortalizeze pînă astăzi geniul uman.

„Erudiția“ calculatorului e mult mai săracă. Memoria lui externă conține doar atîta informație, cîtă au reușit să-i încarce matematicienii, programatorii și utilizatorii, — așa-zisul tezaur de resurse matematice programate.

Cert e că mijloacele umane de percepție a lumii înconjurătoare sînt incomparabil mai bogate decît cele ale calculatorului, cu toate acestea, calculatorul în mîinile omului a devenit el însuși instrument de percepere a universului și a transformării constructive a acestuia.

Studierea principiilor de lucru și a metodicii de utilizare a calculatorului de orice tip cere de la utilizator (însă nu în mod obligatoriu) cunoașterea unui succint abecedar de informatică, care ar include astfel de noțiuni elementare cum sînt următoarele: aritmetică binară, microelectronică semiconductoare, ele-

mente ale tehnicii de calcul, limbaje algoritmice, sisteme de operare, de programare. Aceste informații, într-o formă laconică, sînt expuse în capitolele următoare.

ARITMETICA BINARĂ

(o otheadă prin ochelarii de protecție)

După cum se știe, sistemul de numerație este modul de reprezentare a numerelor cu ajutorul unui set (alfabet) de simboluri, numite cifre.

Actualmente sînt cunoscute mai multe sisteme de numerație elaborate în diferite perioade pe parcursul istoriei.

Sistemul babilonean s-a format circa 2600 ani în urmă, pe cînd sistemele spaniol, italian și englez — în ultimul mileniu, ele avînd menirea să perfecționeze sistemul indo-arab, aducîndu-l la sistemul zecimal modern.

Am luat cu toții cunoștință de sistemul zecimal încă din clasa întâia. Sistemul zecimal e doar unul din numeroasele sisteme poziționale de numerație în bază numerică. Numărul de simboluri în alfabetul sistemului se numește bază. Alfabetul sistemului zecimal conține 10 simboluri (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). Oricare număr zecimal poate fi reprezentat printr-un grup de cifre în care poziția (rangul) cifrei corespunde valorii ei. În sistemul zecimal valorile cifrelor identice a două ranguri vecine se deosebesc în raport de 1 : 10 (unități, zeci, sute, mii). În sistemul octal același raport e de 1 : 8. Numărul 10 are valoarea bazei de numerație : în zecimal 10 e zece, în octal 10 înseamnă opt, de aceea că în acest sistem cifra maximă e 7. În sistemul hexazecimal alfabetul de simboluri 0—9 este completat cu literele A, B, C, D, E, F, care înlocuiesc numerele zecimale 10, 11, 12, 13, 14, 15.

Orice număr poate fi reprezentat printr-un grup de cifre în care poziția (rangul) cifrei corespunde valorii $267 \cdot 5 =$

Tabelul 1

Simbolurile sistemelor de numerație în diverse baze

Baza	Sistemul de numerație	Alfabetul
2	Binar	0,1
3	Ternar	0,1,2
4	Cuaternar	0,1,2,3
5	Qvinar	0,1,2,3,4
8	Octal	0,1,2,3,4,5,6,7
10	Zecimal	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
12	Dozecimal	0, 8,9,A,B
16	Hexazecimal	0,1,2,3, . . . 7,8,9,A,B,C,D,E,F

$$=2 \cdot 100 + 6 \cdot 10 + 7 \cdot 1 + 5 \cdot 0 \cdot 1 = 2 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1}$$

Cifrele situate la stînga de punctul separator sînt înmulțite la 10 de puteri pozitive, la dreapta — de puteri negative.

E acceptat că reprezentarea numerelor în sistemul zecimal nu include indicarea bazei; pentru alte sisteme de numerație indicarea bazei e obligatorie. Demonstrăm aceasta prin scrierea a 3 numere diferite în sisteme diferite:

267.5	sistemul zecimal
10101.01 ₂	sistemul binar
24.66 ₈	

Precum a fost arătat pentru numărul zecimal 267.5, orișice număr poate fi exprimat în formă de polinom în orișice bază: $10101.01_2 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = 16 + 0 + 4 + 0 + 1 + 0 + 1/4 = 21.25$

Acest mod de reprezentare a numerelor e pus la baza conversiei lor dintr-un sistem de numerație în altul, adică dintr-o bază în altă bază. Vom menționa acum, că același număr în sistemul binar ocupă mai multe ranguri decît în cel zecimal.

Cu cît e mai mare baza sistemului de numerație, cu atît e mai mic numărul de ranguri în reprezentarea (codul) lor. Acest lucru poate fi demonstrat prin conversia numărului zecimal 267.5 în bazele 2, 8 și 16:

$$267.5 = 1 \cdot 2^8 + 0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} =$$

$$1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1$$

$$= 267.5 = 100001011.1_2$$

$$267.5 = 4 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 + 4 \cdot 8^{-1} = 413.4_8$$

$$267.5 = 1 \cdot 16^2 + 0 \cdot 16^1 + 8 \cdot 16^0 + 8 \cdot 16^{-1} = 10B_{16}$$

Doar trei din toate sistemele de numerație prezintă un deosebit interes — binar, octal și hexazecimal. Aceste sisteme, baza cărora e multiplă lui 2, au cea mai frecventă aplicare în tehnica de calcul.

Numerele reprezentate în sistemul zecimal pot fi ușor traduse în baza 2. Vom demonstra acest fapt prin exemplul numărului 87.8125 (desigur că zecimal, dacă nu-i indicată baza). În primul rînd, împărțim partea întreagă la 2 și notăm resturile conform următoarei proceduri:

87 : 2 = 43	(1 rest)	→ 1	— rangul binar semnificativ
43 : 2 = 21	(1)	→ 1	minor (inferior)
21 : 2 = 10	(1)	→ 1	
10 : 2 = 5	(0)	→ 0	
5 : 2 = 2	(1)	→ 1	
2 : 2 = 1	(0)	→ 0	
1 : 2 = 0	(1)	→ 1	— rangul semnificativ major (superior)

Tabelul 2

Primele 32 numere reprezentate în baza 2,8,16
și echivalentele lor zecimale

Zecimal b=10	binar b=2	octal b=8	hexazecimal b=16
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14
21	10101	25	15
22	10110	26	16
23	10111	27	17
24	11000	30	18
25	11001	31	19
26	11010	32	1A
27	11011	33	1B
28	11100	34	1C
29	11101	35	1D
30	11110	36	1E
31	11111	37	1F
32	100000	38	20

Codul binar al numărului 87, citit de jos în sus, e 1110101. Pentru conversia părții fracționare ultima este supusă următoarei proceduri: cifra fiecărui rang zecimal se înmulțește la valoarea bazei (în cazul dat la 2). La prima operație de înmulțire obținem rangul binar major în felul următor: dacă produsul căpătat depășește 1, valoarea cifrei rangului e de 1, dacă nu — zero. Partea fracționară a numărului e de 0.8125

$$\begin{array}{ll}
0.8125 \cdot 2 = 1.625 & 1 \text{ — } 1 \text{ rangul binar major} \\
0.625 \cdot 2 = 1.25 & 1 \text{ — } 1 \\
0.25 \cdot 2 = 0.5 & 1 \text{ — } 0 \\
0.5 \cdot 2 = 1.00 & 1 \text{ — } 11 \\
00.2 = 0 & 1 \text{ — } 0 \text{ rangul binar minor}
\end{array}$$

Astfel am obținut codul binar al numărului zecimal 87.8125 din codurile părților întregi și fracționare cu punctul de separare.

$$87.8125 = 1010111 \cdot 11010_2 = 001010111 \cdot 1101000_2$$

Evident că lungimea codului poate fi schimbată conform formatului convenit, valoarea rămânând aceeași. În cazul când partea fracționară conține numeroase ranguri, poate fi limitat numărul acestora pînă la gradul de aproximație necesar.

Conversia numărului binar în baza 8 este mult mai simplă. În acest scop împărțim codul numărului binar în triade (cîte 3 cifre) și substituim valoarea fiecărei triade prin echivalentul octal. Vom urmări exemplul aceluiași număr 87.8125 , al cărui cod binar a fost obținut anterior:

$$87.8125 = 001 \ 010 \ 111 \cdot 110 \ 100 = 127.64_8$$

completăm triadele gruparea se începe de la punctul de separare

Conversia numărului binar în baza 16 se face în mod analogic, însă în acest caz codul binar al numărului se împarte în tetradе (grupe a cîte 4 cifre-ranguri), completînd cu 0 tetradеle extreme:

$$87.8125 = 0101 \ 0111 \cdot 1101 = 57.D_{16}$$

Regulile operațiilor aritmetice în binar pot fi ușor demonstrate cu ajutorul tabelelor.

Tabela adunării în binar

$$0+0=0$$

$$0+1=1$$

$$1+0=1$$

$$1+1=10 \text{ + report (transport) în rangul superior}$$

Dacă adunarea s-ar efectua într-un format de mai multe ranguri, am obține $01+01=10$, însă pentru un singur rang putem scrie $1+1=0$ +reportul cifrei 1 în rangul superior.

Tabela scăderii în binar

$$0-0=0$$

$$1-0=1$$

$$1-1=0$$

$$10-1=1$$

Inversia se produce astfel : cifrele de 0 se înlocuiesc cu 1 și viceversa. Să analizăm scăderea numărului 15-250, codul binar al căruia 01111-010 ne este deja cunoscut :

15.250 = ① 0 1 1 1 1 . 0 1 0 — codul direct

bitul (rangul) semn, pe care l-am adăugat

1 1 0 0 0 0 . 1 0 1 — codul invers

+ 1 — adăugăm 1 în rangul minor

1 1 0 0 0 0 . 1 1 0 — codul complementar

Operația care în sistemul zecimal ar fi reprezentată

ca $18.375 + (-12.250) = 3.125$, în binar arată în felul următor

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ .\ 0\ 1\ 1 - 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ .\ 1\ 1 - 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ .\ 0\ 1\ 1 \\ \underline{1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ .\ 1\ 1\ 0} \\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ .\ 0\ 0\ 1 = 3.125 \end{array}$$

Evident că rezultatul obținut e identic cu cel căpătat prin scăderea în binar.

Să analizăm acum un exemplu cu rezultat negativ, cunoscut apriori :

$$12.250 - 18.375 = -3.125$$

Convertim codul numărului 18-375 în complementar :

18.375 = 0 1 0 0 1 0 . 0 1 1 — codul direct

1 0 1 1 0 1 . 1 0 0 — invers

+ 1

1 0 1 1 0 1 . 1 0 1 — complementar

$$\begin{array}{r} 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ .\ 0\ 1\ 0 - 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ .\ 0\ 1\ 1 - 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ .\ 0\ 1\ 0 \\ \underline{+ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ .\ 1\ 0\ 1} \\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ .\ 1\ 1\ 1 \end{array}$$

În acest caz am obținut un rezultat negativ, confirmat prin bitul de semn 1. Pentru a-l citi, îl vom transforma în cod direct

$$\begin{array}{r} 111100.111 \\ \underline{-1} \\ 111100.110 \text{ — codul invers} \\ \underline{\hspace{1cm}} \\ 100011.001 \text{ — codul direct al numărului} \\ \hspace{1.5cm} \text{negativ } -2.125 \end{array}$$

Principalele avantaje ale codului complementar (adițional) constau în facilitatea realizării lui prin diferite mijloace tehnice.

Înmulțirea numerelor de multe ranguri se execută prin obținerea unor produse parțiale și adunarea lor. Conform tablei înmulțirii în binar, fiecare produs parțial este egal cu 0, dacă în rangul respectiv al înmulțitorului este cifra 0. Dacă în rangul respectiv al înmulțitorului e cifra 1, produsul parțial e egal cu deînmulțitul, decalat la stînga pînă la rangul înmulțitorului. Astfel operația de înmulțire se reduce la decalage și adunări, repetate. Poziția virgulei (punctului separator) e reglementată ca și la înmulțirea în sistem zecimal.

10010011	18.375
01111010	15.250
00000000	00000
10010011	91875
00000000	36750
10010011	91875
10010011	18375
10010011	
10010011	
00000000	280.218750
100011000001110	produsul
1111122221	transporturi

Împărțirea în binar, după cum ce va demonstra, de asemenea se reduce la operații elementare. Să urmărim împărțirea $12 \cdot 375 : 2 \cdot 25$, sau, în binar respectiv $1100 \cdot 011 : 10 \cdot 01$. La început aducem ambele numere la un format unic, apoi le împărțim

$$1100 \cdot 011 : 10 \cdot 01 = 1100011 : 10010$$

$$\begin{array}{r} 1100011 \\ 10010 \end{array} \quad 12 \cdot 375 : 2 \cdot 25 = 12375 : 2250$$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ 0000 \\ \hline 11010 \\ 10010 \\ \hline 10010 \\ 10010 \\ \hline 00000 \end{array} \quad \begin{array}{r} 12375 \\ 11250 \\ \hline 11250 \\ 11250 \\ \hline 00000 \end{array}$$

Exemplul confirmă identitatea algoritmilor împărțirii în sisteme cu baze diferite.

Așadar, ce concluzii mai importante am putea face ?

1. Prin intermediul aritmeticii binare pot fi codificate orice numere — pozitive, negative, întregi și fracționare.

2. Adunarea și scăderea sînt principalele operații, care stau la baza operațiilor compuse. Orice operație compusă poate fi realizată printr-o consecutivitate (ciclu) de operații elementare de adunare (grație codului complementar).

Pînă acum am analizat operații cu numere, reprezentate în așa-zisa aritmetică cu virgulă fixă. Această aritmetică, care reglementează cu strictețe formatul reprezentării operanzilor

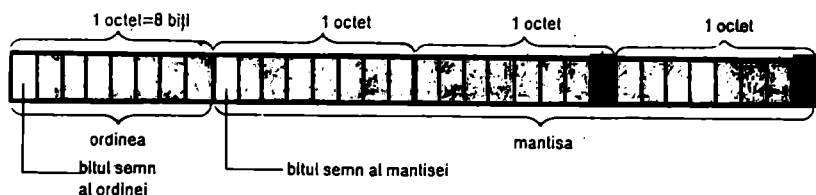


Fig. 7. Formatul reprezentării numerelor binare în aritmetica cu virgulă mobilă

și locul virgulei după bitul semn, prescrie anumite reguli pentru prelucrarea informației binare. Operațiile cu părțile întregi și fracționare ale numerelor se produc aparte, ambele părți fiind reprezentate sau ca numere întregi fără semn, sau ca numere subunitare (depinde de tipul calculatorului). Datorită acestui fapt calculatoarele, ce operează în virgulă fixă, au o construcție relativ simplă. Necesitatea unor anumite conversii a informației de intrare / ieșire complică programarea lor. Pe lângă aceasta, lungimea fixă a cuvintelor calculatoare nu dă posibilitatea de a prelucra numere în gamă amplă, nu asigură aceeași precizie pentru toate mărimile numerelor-operanți.

Pentru a lărgi scara valorilor numerelor, se folosește aritmetica cu virgulă mobilă, unde numărul e reprezentat în formă de mantisă și caracteristică. Numărul zecimal 0.000106 în aritmetica cu virgulă mobilă se înscrie ca $0.106 \cdot 10^{-3}$, iar 280 — ca $0.28 \cdot 10^3$. Caracteristica și mantisa sînt reprezentate fiecare cu semnul său, cum e arătat în fig. 7. Într-un cuvînt calculator de așa lungime pot fi înscrise numere în scara de $-2^{23} \cdot N^{127} + 2^{23} \cdot N^{127}$, unde 2^{23} și N reprezintă mantisa și caracteristica. Caracteristica este egală cu valoarea bazei de numerație și poate lua valorile de 2, 8, 16 etc, în funcție de tipul calculatorului și aritmetica sa. Sensul arhitecturii calculatorului va fi tălmăcit în capitolul 5.

Calculatoarele moderne, de regulă, pot să funcționeze în ambele aritmetici: cu virgulă fixă și cu virgulă mobilă. Pentru fiecare dintre aceste regimuri de lucru sînt programați algoritmi operațiilor aritmetice. Acești algoritmi nu depind de numere concrete: ei sînt standardizați pentru acțiunile tipice frecvent solicitate. Astfel de programe sînt numite subprograme sau subrutine. Din categoria subrutinelor fac parte și operațiile aritmetice. De obicei subrutinele aritmeticii sînt grupate în pachete. Există aparte pachetele aritmeticii cu virgulă fixă și mobilă. Pachetul aritmeticii cu virgulă mobilă conține nu numai subrutinele operațiilor elementare, ci și ale celor compuse ca extragerea rădăcinii pătrate, ridicarea la putere, aflarea funcțiilor trigonometrice logaritmilor etc. Subrutinele aritmeticii cu virgulă mobi-

lă sînt executate mult mai încet decît cele cu virgulă fixă. De exemplu, durata unei operații de adunare în aritmetică cu virgulă mobilă e de 10—20 ori mai mare decît a celei executate în regim de virgulă fixă, deoarece conține mai multe microinstrucțiuni.

Pentru o analiză mai detaliată a operațiilor asupra numerelor și comenzilor, ce se produc în calculator, ar trebui să luăm cunoștință, măcar în linii generale, de substanța calculatorului, să aflăm din ce elemente e plăzmit.

Caracterul operațiilor, codurilor și algoritmilor solicită o structură complicată a calculatorului, care poate uni micro-operațiile într-o consecutivitate anumită, sesiza și modifica desfășurarea procesului. Acest lucru e imposibil fără „meditațiile” logice ale calculatorului, mai ales în momentele analizei rezultatului obținut. Cum se descurcă calculatorul în asemenea cazuri?

Pentru a înțelege logica gîndirii calculatorului, vom lua cunoștință de algebra booleană și de circuitele logice.

LOGICA COMUTAȚIONALĂ

Există un aparat matematic, comod pentru descrierea funcționării calculatorului, circuitelor logice, programelor etc. Acest aparat e algebra booleană ori algebra logicii, care conține descrierea elementelor logice, a operațiilor cu ele, regulile acestor operații, ceea ce constituie temelia logică a calculatorului numeric.

Algebra logicii a fost propusă de matematicianul englez George Boole pentru analiza proceselor de gîndire. Extinderea ariei de utilizare a teoriei booleene a fost un imperativ al epocii progresului tehnic. În scurt timp algebra logicii își găsește aplicarea în analiza schemelor cu relee comutatoare. Din această pricină algebra logicii se mai numește și algebră comutativă (comutațională), iar circuitele descrise de ea — logică comutațională.

Orice calculator electronic conține circuite logice, în care au loc operațiile de algebră booleană.

Unele circuite manipulează simbolurile binare, unele reprezentînd date, adrese, sau comenzi, altele realizează transferul de semnale între unitățile calculatorului, formînd rețele, magistrale, canale... Un mare grup de circuite logice e destinat soluționării problemelor de gestionare (inițierii și execuției semnalelor de comandă).

În circuitele logice semnalele pot căpăta doar două valori, cauzate de nivelele de potențial. Astfel de semnale sînt lesne

de descris prin algebra booleană. Ultimă operează cu variabile care pot avea doar două valori. Variabilele pot fi tratate ca aserțiuni (afirmații), declarate adevărate sau false în caz dacă un eveniment se produce ori nu. Dacă evenimentul are loc, propozițiunea (aserțiunea, ipoteza, afirmația) e declarată adevărată, și ei i se atribuie valoarea de 1, dacă nu — 0. Grație acestor două valori logica booleană e comodă pentru descrierea logicii calculatorului, construit din elemente fizice cu două stări (relee, tuburi electronice, tranzistoare, elemente magnetice). Valorile semnalelor binare din circuitele logice, spre deosebire de cifrele binare 1 și 0, sînt numite „1” logic și „0” logic.

Să menționăm de la bun început, că orice circuit are intrare și ieșire, caracterizate prin semnale respective. Circuitele logice se deosebesc prin aceea că semnalele lor de intrare/ieșire pot căpăta numai valori de 1 și 0 logice. E clar că unul și același circuit nu poate căpăta simultan ambele valori, — ambiguitatea e exclusă. Aceste condiții sînt puse și la baza definiției variabilei booleene, exprimate prin simbolul X :

$$X=1, \text{ dacă } X=0$$

$$X=0, \text{ dacă } X=1$$

Valoarea variabilei booleene 1 corespunde sensului „adevărat” și 0 — celui „fals”. Aceasta este afirmația booleană cea mai simplă. Există și afirmații compuse, valorile cărora sînt funcții de valorile afirmațiilor simple componente, de aceea ele se mai numesc și funcții logice de valorile variabilelor simple. Principalele operații booleene arată legătura dintre funcțiile și variabilele booleene.

1. Funcția ȘI, realizată prin operația numită conjuncție textual poate fi exprimată astfel:

Afirmația Y va fi adevărată, cînd se vor adeveri afirmațiile X_1 și X_2 .

Conjuncția se reprezintă prin semnul $\cdot$.

$$Y_1 = X_1 X_2 = X_1 \cdot X_2$$

O formă comodă de reprezentare a valorilor funcțiilor logice o constituie tabela de adevăr:

Tabelul 3

Tabela de adevăr pentru funcția logică ȘI

X_1	X_2	$X_1 X_2$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2. Funcția SAU (operația DISJUNCȚIA). Afirmarea compusă Y va fi adevărată atunci, când se va adevăra o afirmație simplă SAU alta

$$Y = X_1 + X_2$$

Tabelul 4

Tabela de adevăr pentru funcția logică SAU

X_1	X_2	$X_1 + X_2$
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

3. Funcția NU (NEGAȚIA). Afirmarea Y va fi adevărată, când NU va fi adevărată X

Tabela de adevăr pentru funcția logică NU

Tabelul 5

$$Y = X$$

X	Y
1	0
0	1

Evident că operațiile logice se aseamănă cu cele algebrice de adunare, înmulțire, de aceea operațiile legate de aflarea valorilor funcțiilor logice se mai numesc înmulțirea logică (conjuncția), adunarea logică (disjuncția) și inversia (negația). Funcțiile și operațiile logice pot fi de mai multe variabile, în așa cazuri tabela de adevăr conține mai multe combinații posibile ale argumentelor $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$.

Astfel algebra binară booleană este un sistem matematic, construit pe baza valorilor logice 0 și 1 și pe operațiile ȘI, SAU, NU, postulatele cărora sînt definite în tabelele de adevăr 3, 4, 5.

Orice dispozitiv sau bloc al calculatorului poate fi descris utilizînd algebra logicii. În acest scop e suficient să examinăm starea ieșirii blocului în funcție de variabilele semnale de intrare, fără să pătrundem în esența lăuntrică a circuitului logic, adică privindu-i schema-bloc ca o „cutie neagră”. Această analiză a funcționării circuitului logic se poate înfăptui cu ajutorul tabelelor de adevăr sau prin formulele funcțiilor logice. Tabelele de adevăr ne arată starea ieșirii circuitului logic pentru toate combinațiile de intrări. În unele cazuri este știută apriori expresia booleană, care descrie dependența ieșirii de valorile variabile ale intrărilor (fig. 8).

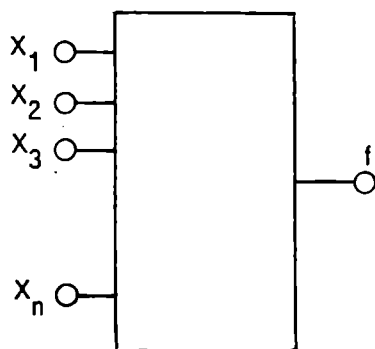


Fig. 8. Schema bloc a circuitului logic, prezentat ca „cutie neagră”

$$Y = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n);$$

$$F(X_1, X_2, X_3) = \bar{X}_1 \bar{X}_2 X_3 + \bar{X}_1 X_2 \bar{X}_3 + X_1 \bar{X}_2 X_3;$$

Adeseori expresiile booleene sînt destul de complicate și voluminoase. Pentru simplificarea lor (minimizarea, ori reducerea la minimum a termenilor) sînt aplicate teoremele booleene. Acestea din urmă sînt similare legilor asociativă, distributi-

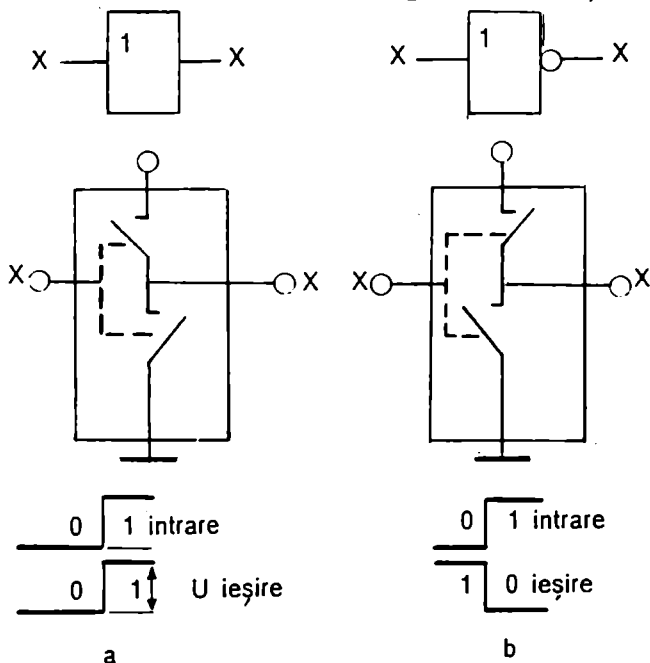


Fig. 9. Reprezentarea simbolică, schema bloc comutațională și diagrama semnalelor ale circuitelor logice: a — amplificatorului, b — invertorului

vă, comutativă din aritmetică. În total există 12 teoreme.

Proiectarea diverselor circuite logice începe întotdeauna de la formularea scopului: ce rezultat trebuie obținut și în funcție de care variabile de intrare. Mai apoi se găsește expresia booleană a acestei funcții, care este supusă minimizării pe baza teoremelor booleene.

În sfârșit, proiectarea se încheie, fructificând formula booleană în combinații de circuite logice, sau combinatoare (combinaționale). Circuitele combinaționale sînt compuse din circuitele logice elementare, care pe drept cuvînt sînt considerate temelia logicii comutative. Există în total 8 tipuri de circuite logice elementare, însă combinarea lor în diferite seturi poate asigura sinteza circuitelor de orice grad de complexitate.

Să luăm, deci, cunoștință doar de cele mai simple dintre circuitele logice elementare.

1. Amplificatorul logic. El nu schimbă valoarea, ci doar corectează forma și amplitudinea semnalului de ieșire, de aceea se mai numește și formator sau tampon. În fig. 9 el e înfățișat în formă de bloc, la intrarea căruia se aplică tensiunea $+U$ (convențional considerată de „1” logic), care acționează comutatorul. Acesta din urmă conectează sursa de tensiune calibrată $+U$ cu linia de ieșire, unde apare nivelul de tensiune $+U$.

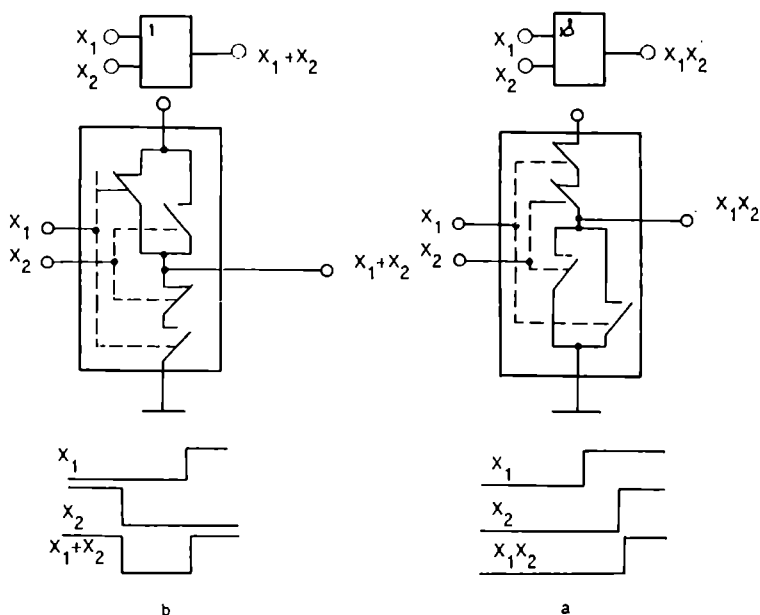
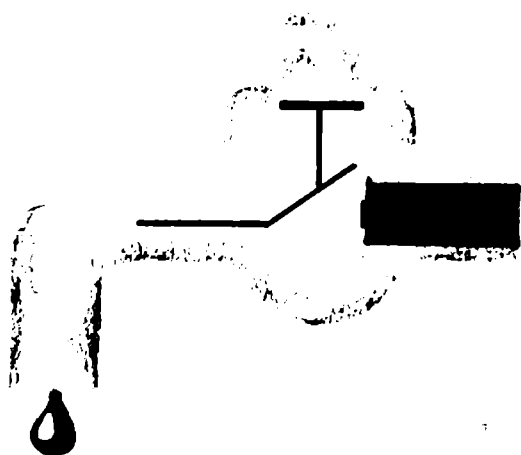


Fig. 10. Circuitele logice elementare: a — ȘI, b — SAU



2. Invertorul. El e același amplificator, dar care se deosebește prin faptul că semnalul de ieșire e opus celui de intrare. Dacă la intrare nivelul de tensiune e de 0, la ieșire nivelul e de $+U$, iar dacă la intrare se aplică un semnal de $+U$, la ieșire nivelul tensiunii devine 0.

Funcțiile logice ȘI, SAU sînt realizate prin elemente logice cu o ieșire și mai multe intrări (fig. 10). Astfel de elemente sînt numite porți. Semnalul la ieșirile lor e în funcție de starea intrărilor, conform tabelelor de adevăr 3.1, 3.2 și diagramelor semnalelor, reprezentate în fig. 10. Aceste funcții sînt realizate prin chei comutatoare semiconductoare.

Algebra logicii e folosită nu numai la proiectarea logicilor comutaționale. Aria utilizării ei cuprinde elaborarea programelor problemelor logice, soluționate de calculator.

Cercetarea operațională, examinarea proceselor aleatorii, modelarea diverselor procese și multe altele constituie o amplă gamă de probleme, în care algebra logicii este frecvent implicată.

Să constatăm, deocamdată, că calculatorul dispune de un limbaj unificat atît pentru problemele aritmetice, cît și pentru cele logice — 0 și 1. Codul binar este realizat în nivele distincte ale tensiunii ori intensității curentului electric, respective acestor două simboluri.

A venit timpul să ne familiarizăm cu esența fizică — blocurile funcționale ale calculatorului, care generează, stochează, prelucrează și transferă aceste semnale. Dacă e așa, să desfacem carcasa calculatorului și să aruncăm o privire



înăuntrul lui. Desigur, în calitate de bisturiu e suficient să facem uz de o simplă șurubelniță.

ANATOMIA CALCULATORULUI

„De la munte pîn'la munte tot zale mărunte...”

Este oare necesar să disecăm calculatorul ? Să-i examinăm măruntaiele ? Majoritatea utilizatorilor calculatorului declară : e suficient să știi, ce trebuie să obții de la el și cum să-l manipulezi. Însă aceste aserțiuni aparțin aceloră, care s-au familiarizat deja cu structura calculatorului. Restul lumii rămîne curioasă. De aceea analiza anatomică e necesară măcar pentru a le dovedi acestora din urmă că în calculator nu e ascuns nimic. ce-ar putea fi considerat extraordinar și magic.

Orișicine se va putea convinge de acest fapt, pentru ca mai tîrziu să nu-și frămînte mințile cu construcția „cutiei negre” a calculatorului, ci să se preocupe calm și consecvent de programarea și soluționarea problemelor sale.

Oricum, calculatoarele sînt mult prea variate și ca construcție, și ca gabarit, și ca funcționalitate. Modelele lor sînt atît de numeroase, încît e greu să alegi, cu care să ne familiarizăm, ca să aflăm cît mai multe noutăți, de aceea vom descrie varianta medie ipotetică a calculatorului, pe care îl vom diseca, desigur, numai la modul teoretic.

De la microcalculatorul de buzunar și pînă la supercomputerul modern — toate țin de familia calculatoarelor, și structura lor e extrem de variată. Unele reprezintă construcții separate înglobate în carcase, dulapuri, altele sînt acomodate pentru lucrul de birou, al treilea model se instalează în cavitatea aparatajului experimental de măsurare (microscop electronic, spectrometru etc.). Oricît s-ar deosebi însă calculatoarele, ele conțin principalul element constructiv — modulul cu circuit

imprimat, pe care sînt amplasate microcircuite integrate. Sésizînd succesiv marea familie a calculatoarelor, vom descoperi, cã existã calculatoare asamblate pe un singur circuit imprimat (plachetã), și chiar pe un singur circuit integrat (pastilã).

Deocamdatã, ținînd cont de aceea, cã calculatorul nostru ipotetic e alcãtuit din mai multe circuite imprimate, vom menționa, cã toate aceste module au dimensiuni egale în tipul dat de calculator. Circuitele imprimate sînt amplasate în casete, casetele — în bloc. În aparență toate plachetele sînt similare — fie! Din aceasta nu rezultã, cã ele sînt identice. Funcțiile executate de fiecare modul sînt cele mai variate, cãci acest lucru depinde de setul de elemente asamblate în modul.

Circuitul imprimat constituie o plachetã de textolit de sticlã, placat bilateral cu cupru. Pe suprafețele plachetei este trasat cablajul circuitului, restul de cupru e corodat de anumite reactive chimice conform unei tehnologii speciale. Cablajul imprimat reprezintă schema conexiunilor elementelor, adicã topologia modului. În plachetã sînt sfredelite gãuri pentru piciorușele elementelor circuitului — diodelor, condensatoarelor, rezistoarelor, circuitelor integrate, tranzistoarelor.

Calculatorul e orînduit, construit și asamblat dupã principiul de modularitate. Precum elementul de bazã al unui edificiu este cãrãmida, modulul e cãrãmida clãdirii calculatorului.

Totul se începe de la aceea, cum vom estima valorile lui zero și ale lui unu logic. De obicei, în calitate de bazã se considerã nivelele de potențiale ale semnalelor : dacã convenim sã numim starea de „zero“ logic nivelul de 0 Volți, iar starea de „unu“ logic nivelul înalt de 5 Volți, atunci o astfel de convenție e numită logicã pozitivã. Dacã nivelul înalt de tensiune corespunde logioului 0, iar potențialul scăzut — logicului 1, convenția se numește logicã negativã. Semnalele în orice bloc sau circuit al calculatorului sînt calibrate, supuse unei standardizãri, care e respectatã cu strictețe.

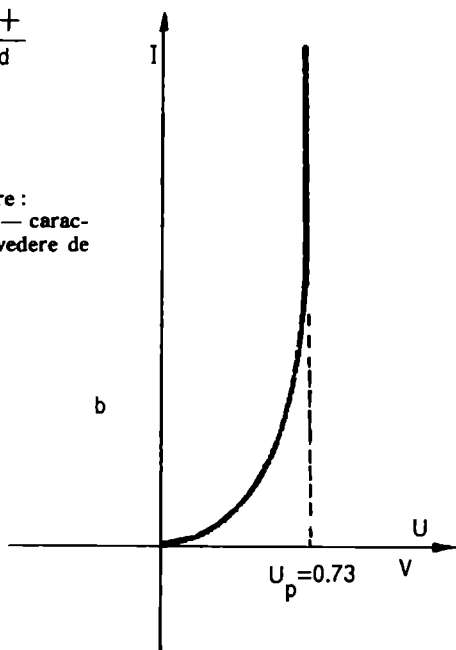
Aparatajul modurilor calculatorului se compune din diode, tranzistoare, circuite integrate — aparate semiconductoare. Cu toate cã astãzi la orice pas putem auzi cuvîntul semiconductor, totuși sã ne amintim încă o datã sensul acestei denumiri.

Semiconductor se numește materialul din care se confecționează aparatele semiconductoare. Această denumire provine de la proprietatea primului aparat semiconductor — redresorului selenic. E știut, cã însușirea de bazã a redresorului e de a conduce curentul electric într-un singur sens, adicã de a semiconduce (semiconductor). Dioda — cel mai simplu aparat semiconductor cu douã zone (doi electrozi) — anodul și catodul, conduce curentul, dacã aplicãm la anod un potențial

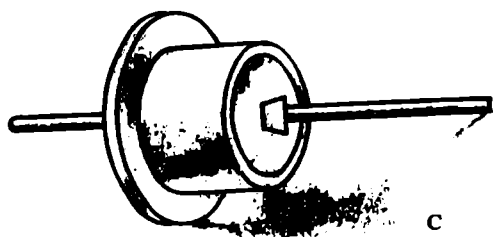


a

Fig. 11. Dioda semiconductoare :
a — reprezentarea simbolică, b — caracteristica tensiune-curent, c — vedere de ansamblu.



b



c

de deschidere (+). Aceasta e starea de conducție, care se începe de la tensiunea de prag, după care curentul crește brusc cu creșterea tensiunii. În fig. 11 e înfățișată caracteristica tensiune—curent a diodei, unde valoarea tensiunii de prag e de 0.7 V. Dacă aplicăm tensiunea de blocare, curentul e neglijabil de mic și este considerat practic nul.

Tranzistorul e un aparat semiconductor cu trei zone. Există 2 feluri de tranzistoare — bipolare și unipolare. Primele sînt alcătuite din trei zone și trei electrozi cu același nume : emitor, bază și colector. Tranzistorul poate fi privit și ca o combinație din două diode : dioda emitor-bază, polarizată în sens direct, și dioda colector-bază, polarizată în sens invers. Emitorul este zona care emite curentul, colectorul colectează acest curent,

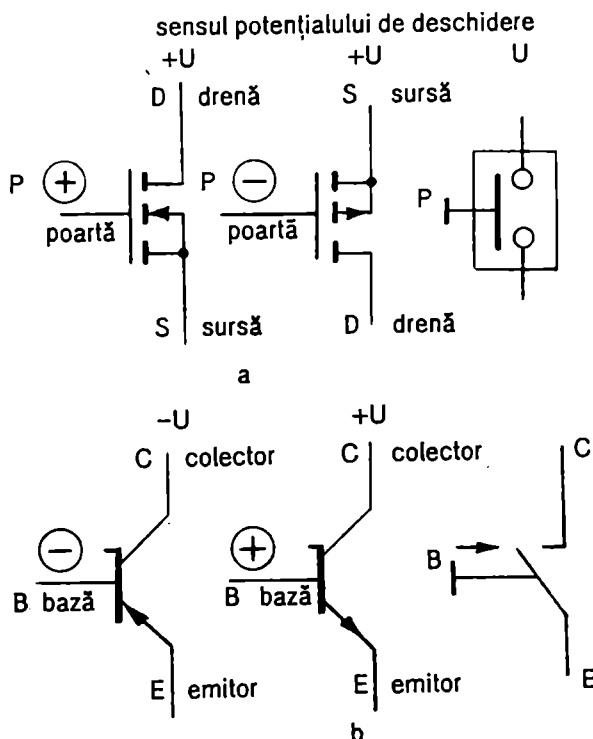


Fig. 12. Reprezentarea simbolică și convențională a tranzistoarelor: a — unipolare, b — bipolare

iar baza este zona, în care se produce modulația curentului emitor-colector în funcție de tensiunea, conectată la dioda emitor-bază. Modificând această tensiune, obținem o schimbare a curentului colectorului de 10—1000 ori mai mare, ceea ce noi numim «amplificare». Înșușirea tranzistorului de a amplifica e însoțită și de cea de a inversa semnalele. Dacă mărim tensiunea conectată la bază, tensiunea colectorului scade, iar dacă micșorăm prima, a doua crește.

Tranzistorul unipolar se mai numește și tranzistor cu efect de câmp (TEC). El are trei zone, denumirea cărora ne mărturișește destinația lor : sursă, drenă și poartă. TEC are însușirile de amplificator și inverter.

Pentru noi este important faptul că tranzistorul, fie el bipolar ori unipolar, poate servi în calitate de cheie la comutarea semnalelor logice de tensiune ori intensitate a curentului continuu. Fig. 12 conține reprezentările simbolice ale ambelor tipuri de tranzistoare ca elemente de cheie. Trebuie să știm.

că pentru a asigura un regim optim al funcționării acestor chei comutatoare sînt necesare încă o mulțime de elemente—rezistențe, condensatoare, diode. Aici ele nu-s arătate (ca să nu ne împiedice să vedem principalul). Cheia tranzistoare e un invertor, iar cu diverse seturi de invertoare se poate modela orice circuit logic. Să nu uităm și aceea că tranzistorul își manifestă proprietățile atunci cînd ele sînt accentuate de schema circuitului, de aceea performanțele tehnicii de calcul depind de iscusința tehnologilor (parametrii tranzistoarelor) și a proiectanților (ce asigură parametrii schemelor). Să ne amintim numai ce importanță a avut pentru logica comutațională apariția tranzistorului cu cîteva emitoare (multiemitor, care a dat posibilitatea de a crea pe baza lui porți logice cu mai multe intrări.

Un sfert de veac în urmă era greu de construit circuite logice de un mare grad de complexitate. Atunci fiecare tranzistor se fabrica aparte în formă de plăcuță semiconductoră, amplasată într-o capsulă ermetizată. Actualmente tehnologia permite să fie integrate pe o plăcuță (pastilă) zeci de mii de elemente tranzistoare cu conexiunile necesare între ele. Acestea nu-s o simplă îngrămădire de tranzistoare, ci un anumit set de elemente interconectate, constituind un anumit ansamblu, predestinat execuției unei funcții concrete.

Deci, oricare ar fi ideea proiectanților calculatorului, ultimul va fi urzit din aceleași chei cu tranzistoare invertoare. Apropo de chei comutatoare: unul din principalii indicatori de performanță ai calculatorului îl constituie durata de comutație a cheii. După cum s-a menționat, calculatorul funcționează în regim de cadență, cînd în fiecare tact se execută o microoperație. E de dorit, ca durata acestei microoperațiuni însoțite de bascularea elementelor din nivelul logic 1 în 0 și invers să fie cît mai mică. Viteza de lucru a calculatoarelor se estimează prin frecvența de basculare ori cadența maximală. În ultimele generații de calculatoare această performanță atinge zeci și sute de mHz, ce corespunde vitezei de lucru de milioane de microoperații pe secundă.

Tehnologii și proiectanții microcircuitelor integrate continuă cercetările în căutarea idealului microelectronicii—circuitului integrat, în care să se îmbine performanțele de vîrf—viteza, fiabilitatea, stabilitatea caracteristicilor, puterea absorbită minimală, gradul înalt de integrare. În aparență scopurile sînt simple și clare. Însă numai în aparență. Gravitatea problemelor rezidă în complexitatea circuitelor: pentru a asigura fiabilitatea acționării unei chei comutatoare, schema ei este completată cu diferite elemente de blocare: chei suplimentare, zăvoare, clampe electronice, elemente de protecție. Se face totul, pentru

ca nivelele logice de 0 și 1 să fie menținute cu siguranță.

Cerința supremă a utilizatorului constă în unificarea parametrilor și similitudinea elementelor. Să ne amintim numai câte mijloace și timp au cheltuit creatorii primelor calculatoare doar pentru a selecta elemente (tuburi electronice, tranzistoare, rezistențe) cu parametri identici. În calculatorul modern elementele logice constitutive sînt cu mult mai multe la număr, încît astăzi alegerea elementelor cu performanțe identice ar fi un lucru imposibil și ridicol.

Numai tehnologia microelectronică e în stare să rezolve problema unificării — căci circuitele logice integrate se pretează de minune la standardizare.

Principalele obiective, care au consacrat tehnologia microelectronică, sînt marele număr de elemente fabricate simultan în unic ciclu tehnologic, adică în identice condiții, ceea ce asigură identitatea performanțelor și gradul înalt de integrare.

Logica binară nu e unicul obiect, realizat de tehnologia microelectronică; aria aplicărilor ei constituie o amplă varietate de dispozitive semiconductoare cu diverse funcții, descrise în literatura tehnică privitoare la circuitele integrate.

CE E ASCUNS ÎN CAPSULA CIRCUITULUI INTEGRAT ?

Majoritatea componentelor calculatorului, începînd de la blocuri funcționale și pînă la sisteme de calcul întregi, sînt realizate în circuite integrate. Cum se confecționează circuitul integrat ?

La început tehnologii obțin materialul semiconductor, — cresc monocristalul de siliciu. Din monocristalul, care are o formă cilindrică, sînt tăiate plăcuțe, a căror suprafață are o anumită orientare a axelor geometriei cristalului. Pe suprafața de lucru, care este supusă unei minuțioase șlefuiri, lustruirii și decapări chimice, urmează să fie repartizate viitoarele circuite.

Proiectanții și matematicienii elaborează schemele funcționale, schemele topologiei elementelor și conexiunilor, pe baza cărora se întocmește documentația tehnică — desenele, după care se prepară măștile circuitelor. Pe măști sînt marcate ariile, pe care ulterior se execută procesele de oxidare, fotogravură, difuzie, corodare ionică, creștere epitaxială, metalizare... după cum se vede, nu-i simplu acest complex de procese tehnologice. Ca rezultat pe plăcuță apar, multiplu repetate, contururile cipurilor circuitelor integrate.

Cipul reprezintă pastila unui circuit integrat cu aria de lucru de la 4 la 150 mm². Plăcuța, fabricată într-un ciclu tehnologic

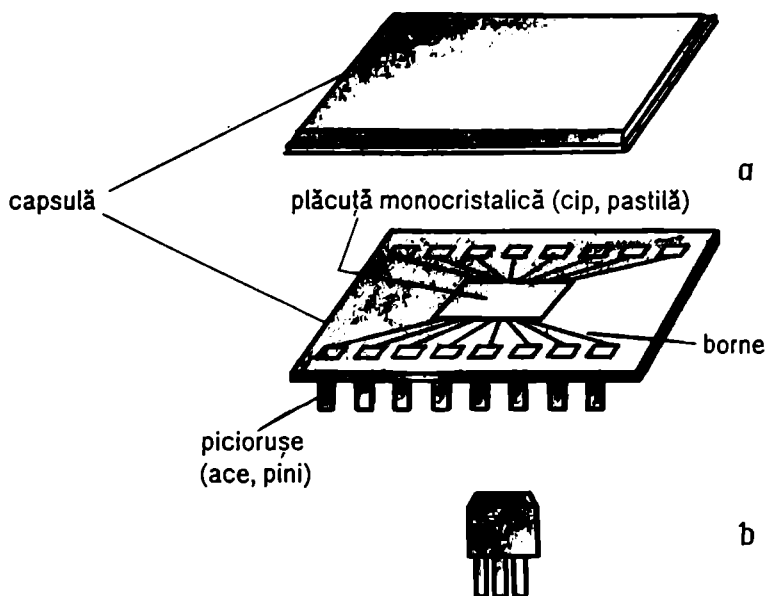


Fig. 13. Vedere de ansamblu a microcircuitului integrat — a și a unui tranzistor aparte — b

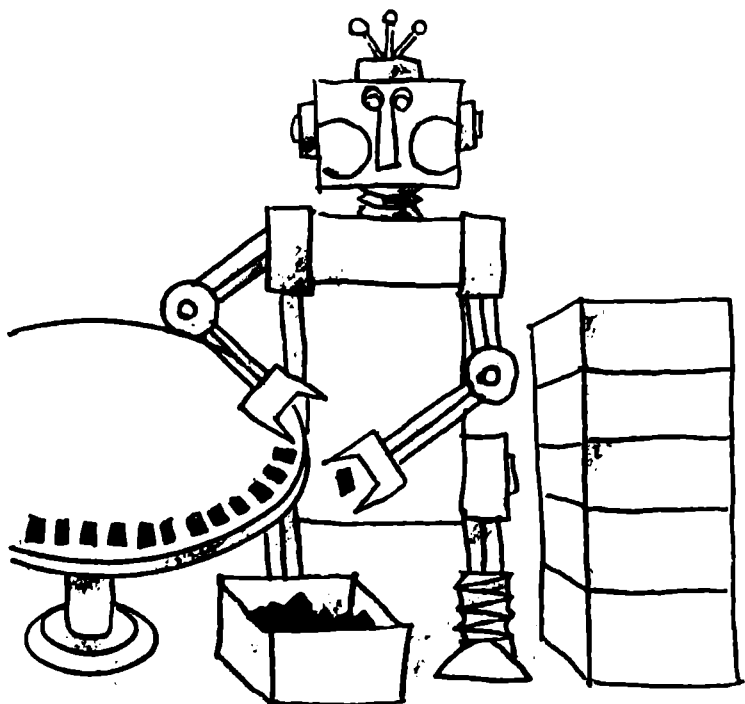
(e cert, că într-un ciclu se prepară mai multe plăcuțe), conține câteva sute de cipuri.

Plăcuța este tăiată pentru a despărți cipurile unul de altul, fiecare cip fiind fixat în capsula sa. Circuitului integrat i se sudează bornele, ce unesc elementele lui cu piciorușele (pinii), întărite în corpul capsulei în două rînduri. Asamblarea se produce în condiții de vid, pentru ca structurile fine și sensibile la schimbările de mediu să nu absorbe impurități, să nu se oxideze.

Luînd în considerație că primii tranzistori erau fabricați în capsule aparte, iar montarea circuitelor complexe ale comutatoarelor necesita selectarea elementelor după performanțe, e inestimabilă contribuția microelectronicii la progresul tehnicii de calcul. Grație miniaturizării și integrării (cîteva sute de celule logice pe 1 mm^2), a fost obținută o substanțială sporire a funcționalității și a vitezei de lucru a calculatoarelor. Tehnologia unică pentru zeci de mii de elemente logice, fabricate simultan, a mărit productivitatea și a scăzut costul bazei materiale a tehnicii de calcul.

În evoluția microcircuitelor integrate pot fi marcate următoarele generații :

SSI (Small Scale Integration), ori MIS (Mărie integralne scheme).



mi) circuite integrate pe scară mică, — 10—100 componente pe cip ;

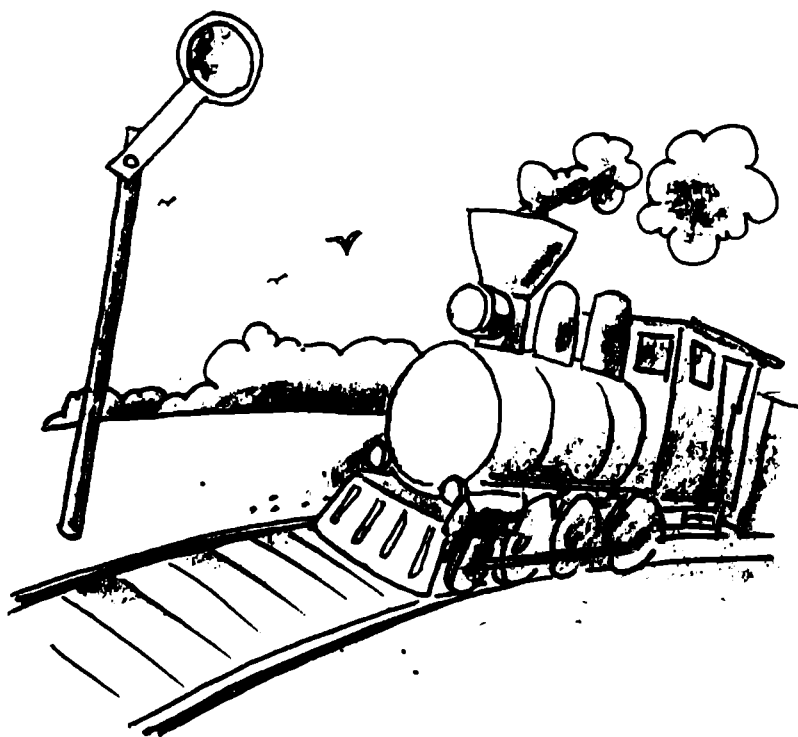
MSI (medium Scale Integration) ori SIS (Srednie integralnîe schemî), circuite pe scară medie de integrare, — 100—1000 componente pe cip ;

LSI (Large Scale Integration) ori BIS (Bolşie integralnîe shemî), circuite pe scară largă de integrare, — 1000—10 000 componente pe cip ;

VLSI (Very Large Scale Integration) ori SBIS (Sverhbolşie integralnîe shemî), circuite pe scară foarte largă de integrare — peste 10 000 componente pe cip.

Nivelul de integrare creşte concomitent cu complexitatea circuitelor, ascunse în capsulă. Ultimul deceniu în viaţa familiei calculatoarelor e remarcabil prin invazia personalierelor (calculatoarelor de uz personal) pe piaţa mondială. Multe din ele constituie arhitecturi, încorporate într-o singură plachetă şi chiar pastilă.

Să privim, deci, înăuntrul capsulei — ce structuri sînt ascunse şi ce scheme logice se pot asambla din aceste structuri cu tranzistoare ?



Precum în jocul de șah participă 32 figuri, iar numărul de variante probabile a strategiilor e de 10^{26} , la fel de variat poate fi și setul de componente în cip. Oricare ar fi, însă, complexitatea blocurilor funcționale ale circuitelor logice, unitatea de bază a acestora e bistabilul, ori triggerul — cărămida din care e clădit edificiul calculatorului.

Ce e bistabilul? Un element logic electronic care posedă două stări stabile. Bascularea (schimbarea stării) se produce aplicându-i la intrare semnale de comandă. Principalele elemente constitutive ale bistabilului sînt două inversoare cu tranzistoarele T_1 și T_2 . Uneia din stări i se conferă denumirea de nivel logic 1 (cînd tranzistorul este blocat, sau închis), altelea — de 0 (cînd tranzistorul e în stare de conducție, ori deschis). Interacțiunea tranzistoarelor T_1 și T_2 e de așa natură încît unul din invertoare e deschis, iar altul e închis, adică ambele tranzistoare nu pot avea concomitent aceeași stare.

E comod să analizăm funcționarea bistabilului, utilizînd în acest scop schemele bloc funcțională și comutațională ale bistabilului, reprezentate în fig. 14. Invertorul cu tranzistor e

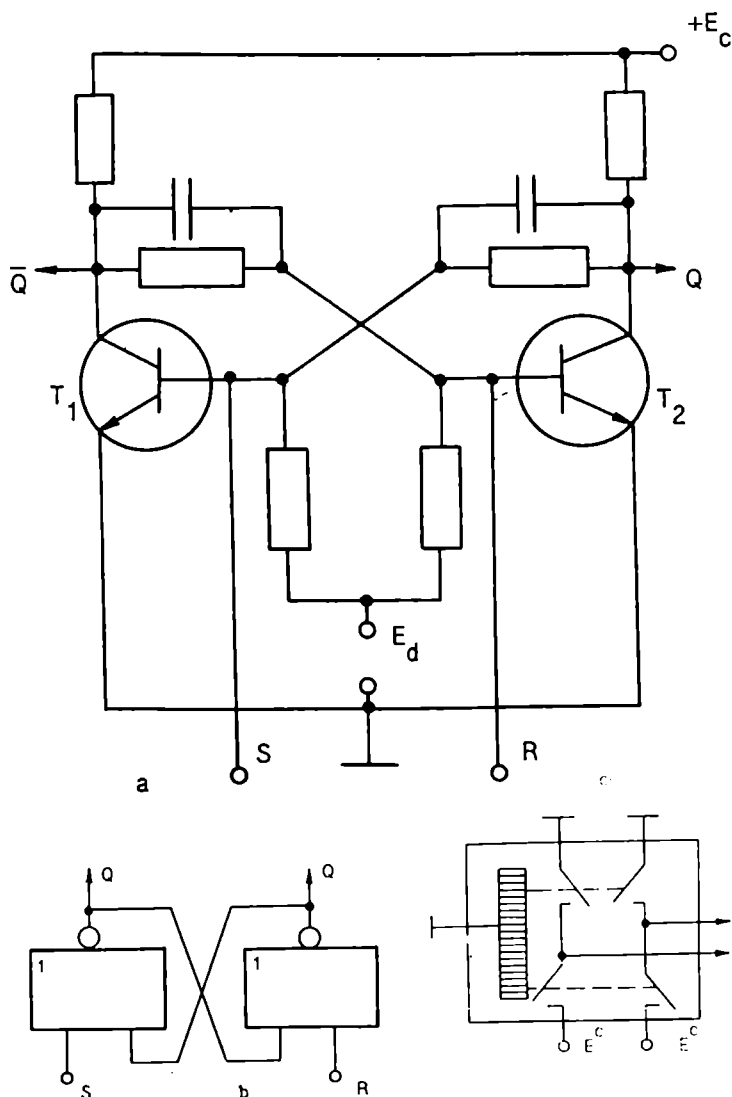


Fig. 14. Bistabil simetric cu tranzistoare n-p-n : a — schema de principiu, b — schema funcțională, și c — schema bloc comutațională.

substituit în schema funcțională prin elementul logic SAU-NU. Spre deosebire de elementul NU, în schema prezentată există un mecanism de menținere a stării, stabilite de semnalul de comandă, după expirarea timpului acțiunii acestuia din urmă. Acest mecanism e înfățișat în schema bloc comutațională prin

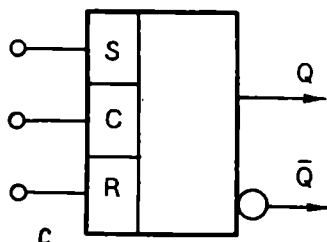
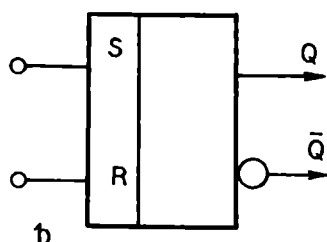
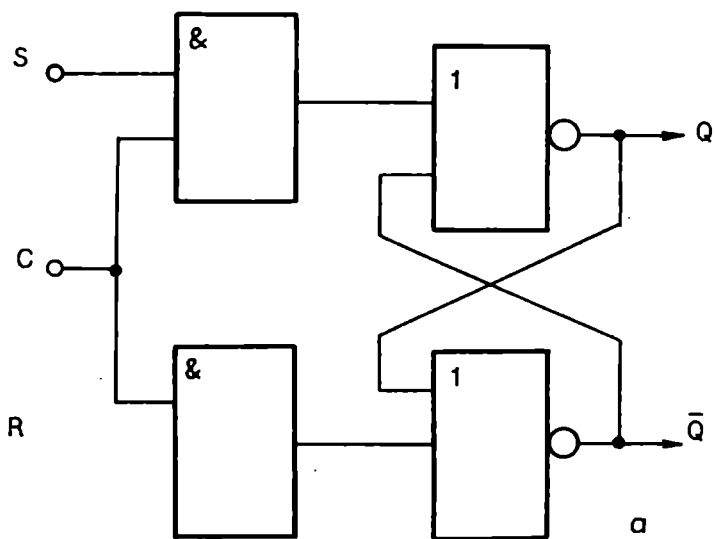


Fig. 15. Schema funcțională bloc a bistabilului sincronizat (tactat) RSC — a, reprezentarea simbolică a triggerului RS — b și a RSC — c

dreptunghiul hașurat, iar în schema de principiu și cea funcțională — prin legăturile reciproce dintre inversoare.

Proprietatea de a menține starea comandată a bistabilului l-a consacrat ca celulă de memorie. Un bistabil reprezintă o celulă de memorie cu capacitatea de un bit și care este numită celulă binară.

Din toate categoriile de bistabile cel mai simplu ca schemă este tipul RS. Denumirea RS e condiționată de intrările S

(în engleză SET-înregistrare) și R (RESET-ștergere). Și ieșiri sînt tot două : directă — Q și inversă — $\bar{Q}$.

La aplicarea semnalului cu nivel logic 1 la intrarea S, ieșirea directă Q capătă nivelul de 1, ori reține 1, dacă anterior era 1. Aplicarea lui 1 la intrarea R aduce la bascularea bistabilului : nivelul 1 „înscriș” la ieșirea Q este preschimbat în 0. Și în genere, dacă la intrarea de ștergere R e aplicat 1, apoi la ieșire se stabilește 0, indiferent de starea precedentă a celei.

Pentru a-i asigura calculatorului funcționarea în regim de tactat (de cadență), cînd fiecare bloc execută microoperațiile în timpul tactelor ce vin de la generatorul de tacte, celulele lui de bază RS sînt dotate cu intrări de sincronizare C (așa celule sînt numite RSC, sau RS-sincronizate). Cum e demonstrat în fig. 15, conectarea semnalelor de comandă la intrările S și R devine posibilă numai atunci, cînd la intrarea C este aplicat semnalul de tactare (sincronizare). Cum e arătat în fig. 15, conectarea semnalelor de comandă la intrările S și R va fi efectuată prin intermediul porților ȘI, cu conjuncția semnalelor de sincronizare. Prezența acestui semnal 1 concomitent cu semnalul de comandă 1, va cauza trecerea semnalului 1 prin poarta ȘI la intrarea celulei RS, unde toate elementele sînt identice celor din fig. 13.

Există cîteva feluri de bistabili, care pot fi formați ca rezultat al modificării schemei triggerului RS, care e cel mai simplu și e utilizat doar ca temelie a modelelor celulelor compuse.

Pe baza diverselor tipuri de bistabili și a altor circuite logice sînt realizate principalele blocuri funcționale — registre, multiplexoare, numărătoare, decodificatoare etc. De regulă, aceste structuri complexe sînt încorporate într-o singură pastilă, reprezentînd un anumit tip de circuit integrat, specificația căruia e indicată pe exteriorul capsulei.

REGISTRE, SUMATOARE, DECODIFICATOARE, MULTIPLEXOARE

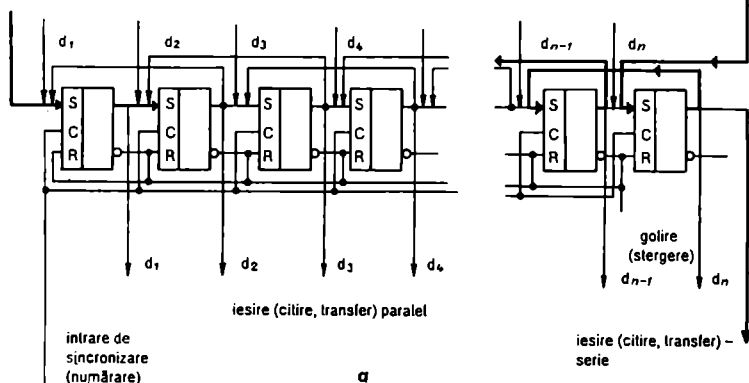
Registrul e o unitate de memorie rapidă (superoperativă) în care poate fi stocat și supus unor operații logice și aritmetice cuvîntul calculator.

Registrul e alcătuit dintr-o serie de celule binare, adică bistabile. Fiecare celulă e destinată pentru stocarea și prelucrarea unui rang de aritmetică binară. Într-un registru se poate scrie (înregistra), citi (transfera din registru) și șterge (a trece toți bistabilii la starea de zero) informația. În acest scop fiecare bistabil e dotat cu circuite auxiliare, cu care se poate transmite informația de la o celulă la alta în lanț, ori la

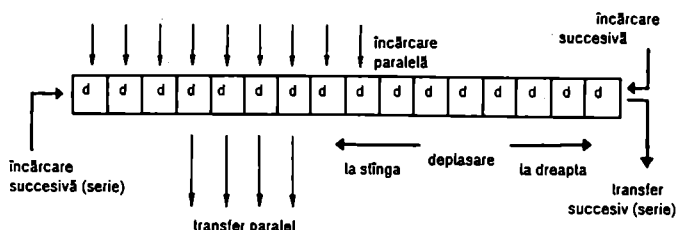
intrare (recepție, scriere, încărcare) din stînga

intrare (recepție, scriere, încărcare) din dreapta

intrare (recepție, scriere, încărcare) paralelă



a



b

Fig. 16. Schema bloc funcțională a unui registru universal — a și deplasările posibile în el — b

toate celulele paralel (simultan). În fig. 16 e înfățișată schema bloc a unui registru, în care, pentru claritate, circuitele de conexiune între bistabili sînt evidențiate fragmentar doar pentru două ranguri : $n-1$, n . Interconectarea celulelor asigură următoarele operații :

- golirea registrului, ori revenirea la starea de 0;
- scrierea paralelă (recepția) din alt registru sau sumator ;
- citirea (preluarea) ;
- deplasarea cuvîntului la numărul comandat de ranguri ;
- conversia codului paralel în cod serie și viceversa ;
- operații logice pentru fiecare rang (secvențiale).

Golirea tuturor rangurilor, adică ștergerea informației se produce în mod paralel, aplicînd semnalul de comandă la intrările de R ale celulelor. Încărcarea, citirea și alte operații se produc în regim de cadență. Sincronizarea e efectuată prin impulsuri cu perioada de un tact, aplicate la intrarea de sin-

cronizare. Numărul de tacturi necesare execuției unei anumite operații este numit ciclu. Evident că pentru încărcarea consecutivă sînt necesare mai multe tacturi decît pentru înscrierea paralelă. Fiecare bloc funcțional al calculatorului se caracterizează prin lungimile ciclurilor operațiilor, care, la rîndul lor, sînt diferite în dependență de tipul operației.

Executarea unei sau altei operații, prescrise de o instrucțiune, este determinată de circuite logice de tip ȘI, SAU, NU, ȘI-NU, SAU-NU și altele, prin care trec semnalele de comandă. Există, de exemplu, circuitul de control de zero al registrului. Pentru acest control sînt conectate ieșirile inverse ale tuturor celulelor registrului la intrarea unui ȘI multiport, care va reacționa atunci și numai atunci, cînd valorile tuturor intrărilor lui vor fi de 1. Astfel de condiție va fi respectată, dacă în toate celulele registrului informația va fi ștersă, adică vor conține doar 0.

Astfel de structură îi aparține unui registru de tip acumulator. Pe parcurs ne vom convinge, că acumulatorul este unul din cele mai importante registre ale procesorului — el conține (în el se acumulează) rezultatul operației curente.

Există registre de diferite tipuri și utilizări. Registrul-tampon e destinat păstrării temporare a informației înainte de prelucrare, sau a rezultatelor intermediare. Registrul-index e menit să conțină indicele adreselor, iar registrul de adresă — numerele de ordine ale celulelor memoriei, la care capătă acces procesorul prin comanda curentă etc.

Sumatorul este un dispozitiv, care servește la adunarea numerelor binare. El constituie, împreună cu acumulatorul, nucleul unității aritmetice-logice a calculatorului. Toate operațiile de prelucrare a informației constituie o succesiune de adunări și decalaje a codurilor binare, efectuate respectiv în sumator și acumulator.

Cea mai simplă variantă a sumatorului (ca structură) e schema cu transport consecutiv, în care adunarea se produce succesiv — rang după rang. Acest sumator e compus dintr-o serie de secțiuni a cîte un rang, numărul cărora e egal lungimii formatului convenit pentru calculatorul dat. Unul din termeni (operandi) e recepționat din acumulator, altul — din unul dintre registrele-tampon, conectat cu sumatorul. În fig. 17 e înfățișat doar un segment (de 3 ranguri) al sumatorului fără să fie arătată logica auxiliară, distribuitoare a semnalelor de comandă, „adunare“, „transfer“, „ștergere“ etc.

Adunarea a două numere A și B e efectuată secvențional, pentru fiecare rang e analizată prezența transportului din rangul precedent.

$$S_i = a_i + b_i + T_{i-1}$$

Manipularea informației în unitatea centrală decurge automat, fără intervenția utilizatorului, care nu are acces la toate registrele procesorului. Utilizatorul poate iniția comenzi prin care poate încărca ori goli acumulatorul, deplasa informația în el, însă programa utilizatorului la orice grad de minuțiozitate nu poate avea acces la modificarea ciclului și la manipularea multor din celulele, în care parcurg operații elementare.

Comenzile au un anumit cod binar. (Procesorul „înțelege” doar coduri binare). Aceste comenzi pot fi recepționate de procesor de la programul curent, executat de calculator, sau de la panoul de comandă ori claviatură la inițiativa utilizatorului. Pentru o programare nemijlocită în cod binar, utilizatorul e obligat să știe toată „ieroglifica” binară, ceea ce e aproape imposibil. De aceea utilizatorului i se pune la dispoziție mnemododul, prin intermediul căruia fiecărei comenzi îi este atribuită o abreviată din limba engleză, univoc corespunzătoare sensului operației. De exemplu : LDA — de la LOAD Acc., — încărcarea acumulatorului, STA — de la STORY Acc., — memorizarea conținutului acumulatorului etc.

Aceste abreviaturi sînt traduse în cod numeric de o programă specială, de care vom lua cunoștință în capitolul preconizat limbajului calculatorului și programării.

Comenzile sînt executate prin acționarea blocurilor unității centrale — acumulatorului, sumatorului, registrelor-tampoane. Una din principalele probleme e repartizarea (distribuirea) semnalelor de comandă la intrările circuitelor logice respective spre acționarea elementelor procesorului.

Pentru a analiza cum se face acest lucru, este util să reprezentăm procesorul ori alt bloc funcțional în uz în formă de „cutie neagră”, — un multipol, la care vom examina doar dependența stării de ieșire de valorile intrărilor, fără a pătrunde în substanța lui fizică. Intrările și ieșirile vor fi reprezentate prin logica binară : valoarea de 1 aparține elementului activ în tactul, ciclul ori comanda curentă, iar 0 — elementului pasiv. Dar cum să repartizăm aceste semnale de 1 ale unui element sau altul ? Pentru acest lucru ne servește decodificatorul (decodorul).

Decodificatorul este un dispozitiv logic cu N linii de intrare și 2ⁿ linii de ieșire. Recepționînd la intrare un cod numit adresă, decodorul activează (emite semnalul de 1) linia sa de ieșire, numărul căreia este adecvat codului primit. Dacă a apărut necesitatea de acces la unul din blocuri, registre, celulă de memorie, conectăm intrările acestora din urmă cu liniile de ieșire ale decodorului (acest cablaj este proiectat și realizat în ordine strictă de la bun început), apoi comunicăm decodoru-

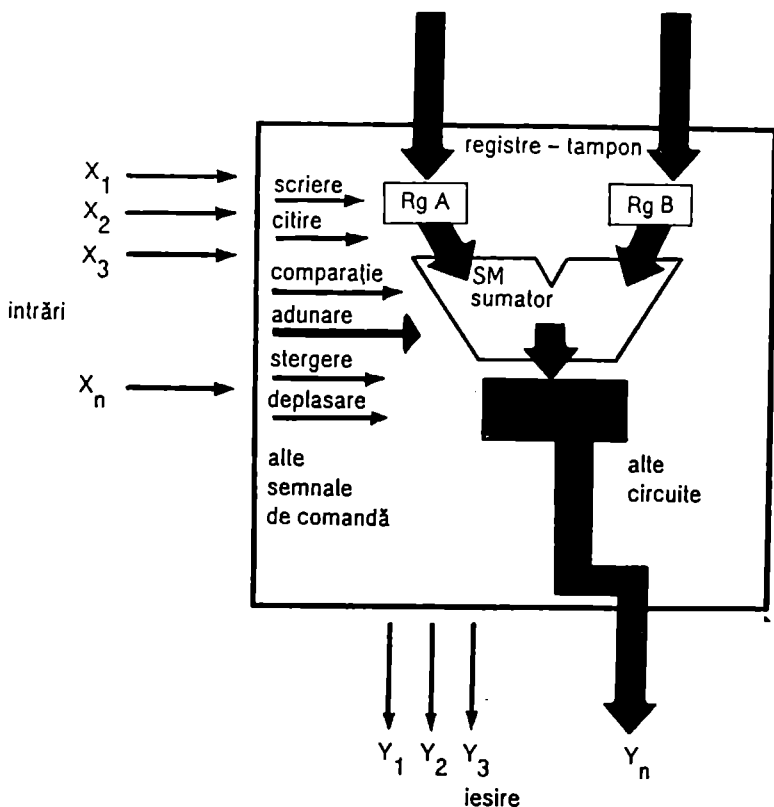
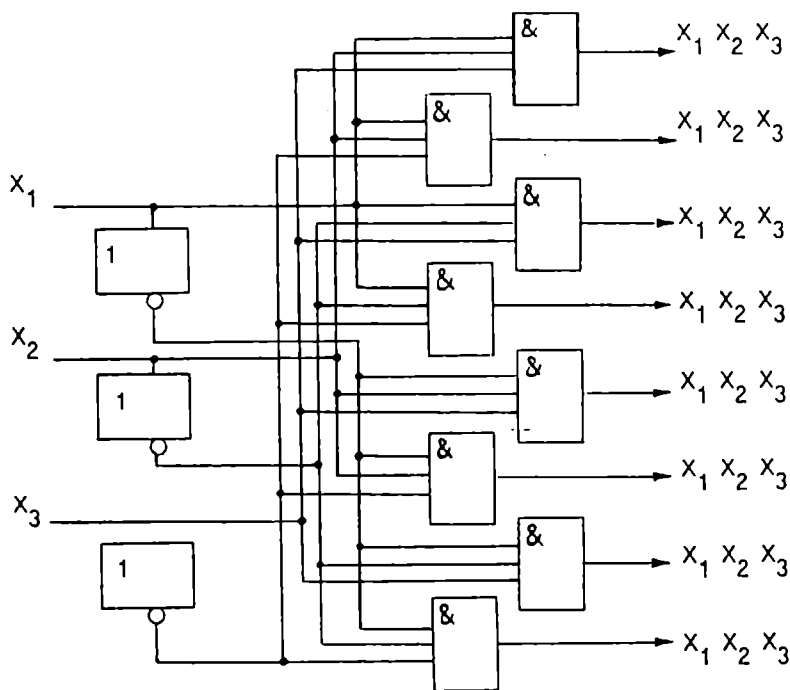


Fig. 18. Reprezentarea unității operaționale a procesorului ca „cutie neagră”

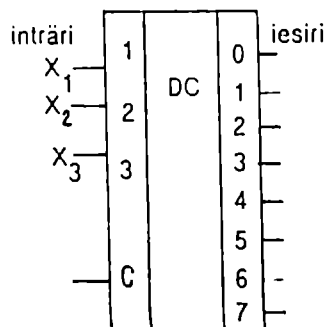
lui „adresă” — codul numărului de ordine al liniei, cu care e conectată intrarea blocului solicitat.

În fig. 19 este înfățișat un decodificator, de 3 ranguri. Pentru un cod de 3 ranguri decodorul trebuie să dispună de 3 linii de intrare și 8 linii de ieșire, deoarece codul adresei poate avea 8 combinații posibile: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Întocmai atâtea linii de ieșire poate activa acest decodor. Dacă, de exemplu, îi aplicăm la intrare codul 101, adecvat numărului zecimal 5, la linia a 5-a de ieșire va apare semnalul de 1. Selectivitatea logică a decodurului este asigurată de elementele logice ȘI cu trei porți și de invertoare.

Aria de utilizare a decodoarelor cuprinde diverse domenii, începînd de la telemecanică pînă la fizica experimentală. Ele servesc la conversia codurilor numerice în luminozitatea indicatoarelor a șapte segmente indicatoare în microcalculatoare și



a



b

Fig. 19. Decodificator a câte 1 din 8 : a — schemă funcțională, b — reprezentare simbolică

sistemele microprocesoare. Decodorul constituie o parte indispensabilă a oricărui comutator. În calculatoare pretutindeni este utilizat comutatorul semnalelor digitale, care se numește multiplexor. Multiplexorul ne servește la conectarea mai multor surse de informație la o magistrală (canal). Precum e demon-

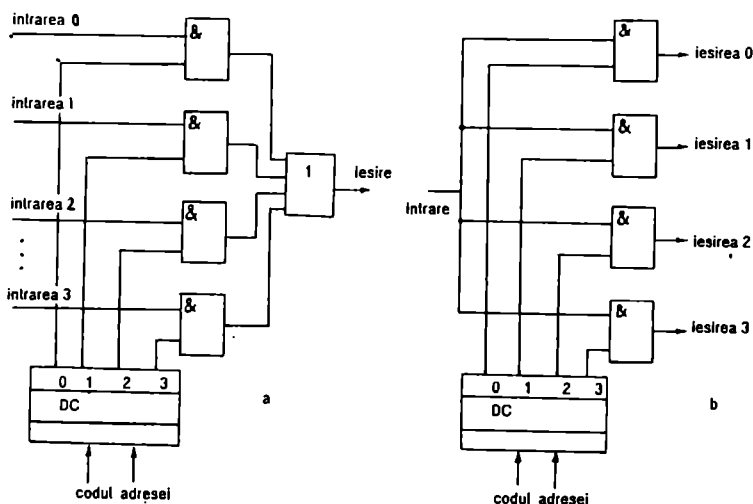


Fig. 20. Schemele funcționale ale multiplexorului — a și selectorului — b

strat în fig. 20, adresarea liniilor de intrare a multiplexorului se înfăptuiește cu ajutorul decodificatorului, liniile de ieșire ale căruia sînt conectate cu liniile surselor prin elementele ȘI. Din toate sursele de informație va fi aleasă pentru recepție numai aceea care va fi adresată de decodificator, cum e arătat în fig. 20. Același mijloc de adresare este utilizat la baza selectorului. Acest dispozitiv dispune de un singur canal de intrare și de mai multe ieșiri. După cum este demonstrat în fig. 20, funcția selectorului constă în distribuirea informației de la un canal la destinatarii, adresați de decodificator.

Ambele blocuri funcționale, multiplexorul și selectorul, sînt utilizate pe scară largă la organizarea interacțiunii și schimbului de informație între unitățile calculatorului. Multiplexorul leagă unitatea centrală — procesorul, cu echipamentele periferice (terminale, imprimante etc.) într-un sistem unic. Selectorul constituie un așa-zis „antimultiplexor“, care asigură unității disponibile o anumită autonomie în alegerea destinatarului și organizarea seansului de schimb de date cu el. Prin mijlocirea selectorului se realizează cuplarea logică a discurilor magnetice. Acestea din urmă merită o deosebită atenție, fiind suporturi de sistem, adică suporturi de memorie externă, destinate reședinței sistemului de operare. Discul de sistem poate fi conectat cu orice unitate a calculatorului, după cum se poate observa din fig. 21.

Un bloc funcțional, fără de care nu poate exista nici un calculator, este numărătorul, menirea căruia este de a număra

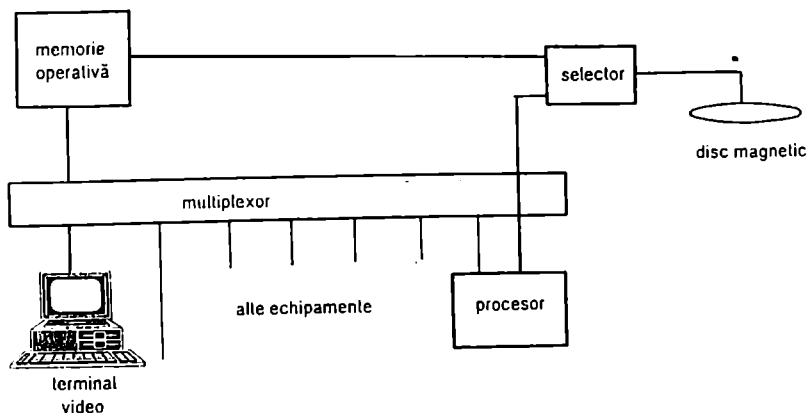


Fig. 21. Schema conectării echipamentelor calculatorului prin intermediul multiplexorului și selectorului

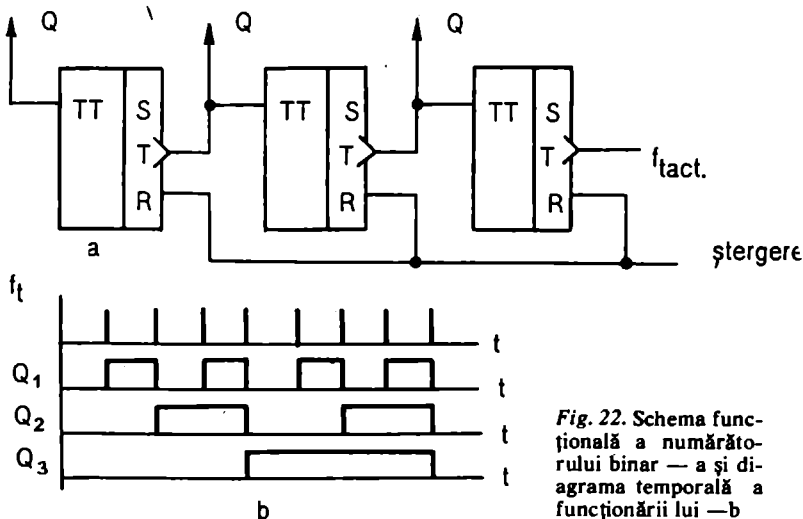


Fig. 22. Schema funcțională a numărătorului binar — a și diagrama temporală a funcționării lui — b

impulsuri electrice. Aplicîndu-i la intrare impulsuri, obținem la ieșire un cod numeric, adecvat numărului de impulsuri primite. Există diverse structuri de numărătoare cu ieșire binară, ternară, quaternară, hexazecimală și binar-zecimală. Cel mai simplu este numărătorul binar, reprezentat în fig. 22, alcătuit din celule binare TT, care constituie o modificare a bistabilului RS (tipul T). Acest trigger T are însușirea de a-și schimba starea de fiecare dată, cînd i se aplică un 1 la intrare. La început toți bistabilii din fig. 22 sînt în stare de 0. Primul impuls de 1 produce bascularea celulei TT₁ (înscrierea lui 1). Al doilea

impuls schimbă starea de 1 în 0 și la ieșirea lui TT_1 are loc schimbarea nivelului, de la 1 la 0. Această variație în timp a tensiunii servește drept semnal de comandă pentru TT_2 , care preia starea 1 (înscrie). Această stare se va menține pînă la repetarea frontului de scădere a tensiunii la ieșirea celei TT_1 . Astfel poate fi urmărită funcționarea numărătorului de 3 ranguri, ciclul căruia este de $2^3=8$ impulsuri, și a oricărui alt numărător binar.

Numărătoarele sînt utilizate pe scară largă în unitățile de control, de memorare, de intrare/ieșire, în convertoarele analog-digitale ADC și DAC... Ceasul electronic, ori TYMERul, realizat pe baza numărătorului de impulsuri de la un generator de frecvență calibrată, este o importantă parte componentă a calculatorului. Astfel de ceas poate fi programat ca secundar, calendar, deșteptător, aparat de comandă.

Utilizatorul, conectînd personaliera, din prima clipă este salutat anume de tymer, care avizează pe ecranul terminalului data, luna, anul, ora și minutele.

MEMORIA CALCULATORULUI

După rolul și locul memoriei în făptura ori structura logică și fizică a calculatorului, putem deosebi :

memoria internă (operativă, principală) și
externă (auxiliară, secundară).

Procesorul interacționează numai cu memoria internă, în care sînt stocate programele și datele, necesare soluționării problemei curente pe tot parcursul executării programului ei.

În memoria externă sînt înmagazinate diverse programe tipice, care pot fi solicitate eventual, masive de date, indicatoare, norme, care pot fi folosite, transferîndu-le prealabil în memoria operativă.

Esența fizică a memoriei operative este realizată în celule semiconductoare, iar a memoriei externe — în discuri și benz magnetice.

Celula memoriei operative este circuitul logic bistabil, bi- sau unipolar. Informația stocată în memoria operativă are forma de cuvinte calculate cu lungimea de 8, 16, 24, 32 biți. Din această cauză memoria e divizată în celule a câte 8 biți adică a câte un octet. De obicei, însă, blocurile de memorie sînt livrate în formă de circuite integrate cu capacitatea de mii de biți și divizibilitatea de 1 bit. Circuitul integrat K565PY are capacitatea de 4096 celule monobit. Schema blocului de memorie, extrem de simplificată, este prezentată în fig. 23. Într-o pastilă sînt integrați 4096 bistabili. Ei sînt repartizați pe cip în ordine de matrice 64×64 coloane $\times$ rînduri. Fiecăru

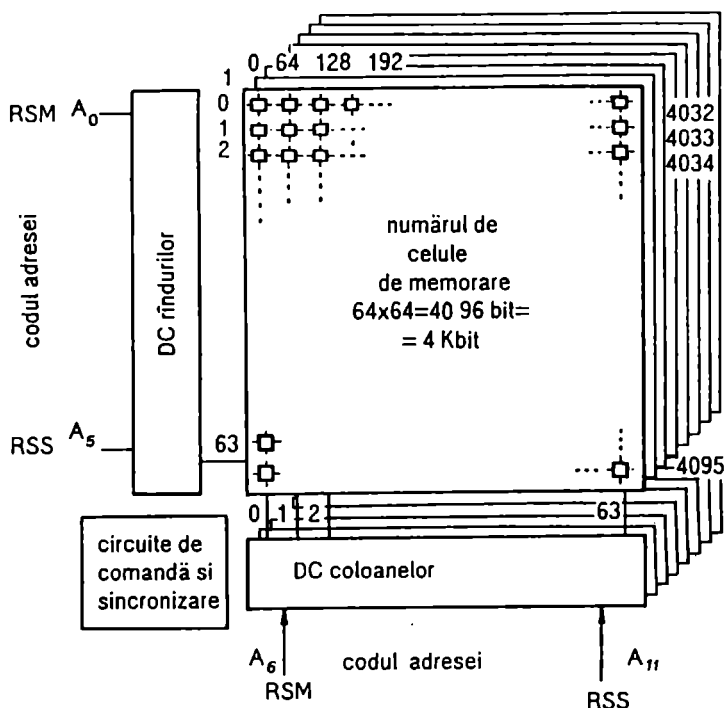


Fig. 23. Schema bloc simplificată a unei memorii cu capacitate de 4096 celule a câte un bit (1×4096)

bistabil i se atribuie un anumit număr adecvat poziției ocupate (numărul coloanei, numărul rândului), care se numește adresă. Conform definiției celulei de memorie, aceasta din urmă este un sector minimal de memorie, care poate fi adresat univoc, adică are o adresă unică. Pentru a adresa simultan 1 octet, circuitele integrate de matrici-monobit sînt unite în paralel cîte 8 astfel, încît unei singure adrese îi corespunde un octet. Celula minimală a acestei memorii este octetul, și în așa memorie e comod să înmagazinăm cuvinte calculatoare, a căror lungime este de unul ori cîțiva octeți.

Memoria internă adeseori conține, pe lîngă blocuri de memorie operativă, și memorie fixă. Să reținem, deci, cele mai laconice informații privind clasificarea celor mai răspîndite tipuri de memorie internă.

RAM (Random Acces Memory, OZU — оперативное запоминающее устройство, ЗУ с произвольным доступом) — memorie cu acces de citire/scriere. Astfel de memorie se numește operativă, deoarece în ea se poate citi, scrie, șterge, reînscrie și citi.

ROM (Read Only Memory, PZU — postoeannoe zapominaiuşcee ustroistvo) — memorie numai pentru citire. Circuitele integrate ROM au forma unor matrice de diode sau alte elemente, programate prin mască în ciclul procesului tehnologic. ROM nu dispune de circuite auxiliare şi tehnici de înscriere. În astfel de memorii se programează constante, norme, unele subrutine ale celor mai frecvente operaţii.

PROM (Programable ROM, programmiruemo PZU) — memorie programabilă, matricele căreia sînt livrate conţinînd 1 în toate celulele, şi utilizatorul le programează de sine stătător. În acest scop sînt arse conexiunile unor celule, înregistrîndu-se prin aceasta în ele 0. Procesul se înfăptuieşte cu un special dispozitiv programator, care emite impulsuri de curent la adresa celulei respective, culeasă de utilizator. Conţinutul programat este fix şi nu poate fi şters.

REPROM (reprogramable ROM, pereprogramiruemo PZU). Matricele programate pot fi restabilite prin ştergere cu iradiere ultravioletă, iar mai apoi programate din nou.

Adresa celulei minimale a memoriei conţine două cîmpuri : conţinînd codurile numerelor de ordine ale rîndului şi cel al coloanei. Adresîndu-i celulei cutare un mesaj, procesorul expediază codul adresei la decodarea liniilor orizontale şi verticale ale matricelor de memorie. Ieşirile decodarelor activează celula adresată, sancţionînd operaţia de citire sau scriere.

Principalele obiective de performanţă ale memoriei sînt : timpul de acces, duratele ciclurilor, viteza de transfer, modul de acces, capacitatea, mărimea celulei (divizibilitatea).

La baza diverselor tehnici de memorare sînt numeroase efecte fizice, invenţii şi raţionalizări, menite să le perfecţioneze.

UNITĂŢILE EXTERNE — OCHII ŞI MÎINILE CALCULATORULUI

După ce ne-am convins că majoritatea celulelor calculatorului sînt aproape similare, să ne convingem, şi să ne uimim, cît de multe blocuri diverse pot fi asamblate din aceste celule. Cel mai bun mijloc pentru acest lucru este examinarea echipamentelor externe ale calculatorului.

Procesorul şi memoria internă constituie doar creierul (nucleul, ori partea centrală) calculatorului. Acesta din urmă, însă, nu poate funcţiona fără de unităţile externe, prin care informaţia circulă de la utilizator la procesor şi viceversa. Unităţile externe servesc la intrarea informaţiei (programelor şi datelor, semnalelor tehnologice, telesemnalelor) şi extragerea rezultatelor problemelor rezolvate (imprimarea cifrelor, textelor, diagramelor, desenelor) pe ecranul terminalului, înregi-

strarea lor de discuri și bande magnetice, conversia comenzilor numerice în semnale de gestiune a utilajului tehnologic etc.

Vorbind de „ochi“, nu face să uităm nici de „urechile“ calculatorului — dispozitivele de intrare/ieșire vocală. Din păcate, acest auz va fi tratat ca atare, când va fi o parte componentă indispensabilă a oricărui model de calculator. Deocamdată, însă, majoritatea calculatoarelor rămân surdomute și auzul lor este dezideratul maxim al utilizatorilor.

Pe lângă utilajele de intrare amintite, un nou aspect profesional îi dau calculatorului dispozitivele de introducere a informației grafice, funcționarea cărora va fi ușor explicată luînd cunoștință de trasatorul numeric, care realizează ieșirea grafică a calculatorului.

În toate aceste echipamente blocul principal îl conține însuși „ochiul“ — sensorul convertor al semnalului fizic în cel logic. Suporturile cu discuri și benzi magnetice dispun în acest scop de capetele de înregistrare — redare magnetice, suporturile cu benzi perforate — de cititoare fotoelectrice.

Numai clasificarea echipamentelor, prin intermediul cărora calculatorul „vede“, ar ocupa un volum considerabil: panouri de comandă, fotodectoare, automate cititoare, optice, magnetice. Chiar și cifrele codului de index poștal, pe care le scriem pe colțul plicului, sînt citite de un echipament periferic al automatului care sortează corespondența poștală.

Variatatea utilajelor externe ține în mare măsură de familiile calculatoarelor specializate pentru gestiunea automată a tehnologiilor, a supercomputerelor; cît despre calculatoarele de birou și personale, acestea din urmă nu dispun de o așa gamă de echipament periferic. Calculatorul, care cu siguranță a pășit pragul casei omului de rînd, dispune de un număr modest de periferii. Perspectiva și tendințele evoluției de mai departe a periferiei personalierei constau în perfecționarea mijloacelor de comunicație a calculatorului cu alte centre de prelucrare a informației, toate fiind incluse în rețele de calcul. Anume în așa aspect este tratată problema universalității, adaptibilității și compatibilității calculatorului de uz personal în firma IBM. Renumita personalieră IBM PC, care a cucerit piața mondială, e livrată în complet minimal (de bază), adică completată cu cele mai strict necesare periferii, însă, la solicitarea utilizatorului, firma completează setul de periferii cu cele mai moderne echipamente, orientate spre domeniul preferat de utilizator.

Echipamentele periferice pot fi clasificate după fizica procesului de bază al funcționării lor. E suficient să ne amintim, că numai familia imprimantelor se împarte, conform criteriului mijloacelor de înregistrare a caracterelor în diviziunile cu și fără percuție. Imprimantele fără percuție se împart în electro-



fotografice, fotografice, electrotermice, termografice și multe altele. Dacă luăm drept criteriu mijloacele formării rîndului, aceleași imprimante se vor diviza în consecutive, paralele. Din punct de vedere constructiv se pot deosebi imprimante matriciale, cilindrice, sferice, lanț, disc etc.

Pentru noi e important acel fapt că transformarea codului cifrei ori literei (caracterului alfanumeric) în percuția de tapare (imprimare) a acestui caracter se produce cu ajutorul circuitelor logice combinaționale.

Unul din cele mai îndrăgite de utilizator unități ale calculatorului este dispozitivul de afișare (terminal, display, tub catodic, dispozitiv de vizualizare, terminal video). De fiecare dată, cînd contemplăm lucrul operatorului în centrul de calcul, îl vedem anume la pultul terminalului urmărind efectul produs de acțiunile sale pe ecran.

Prin intermediul terminalului video utilizatorul poate controla vizual informația, introdusă de el însuși, mersul procesului de calcul, etapele soluționării problemei și rezultatul obținut. Pe ecran pot fi afișate date de caracter atât alfanumeric, cît și grafic.

Ca și în toate aparatele cu fascicul de electroni și ecran luminofor, conținutul imaginii depinde de semnalele aplicate la plăcile de reflecție. În televizor fasciculul scanează pe ecran,

construind imaginea conform semnalului video, care modulează intensitatea câmpului electrostatic între plăci ; în display fasciculul este modulat de semnale digitale, desenînd simboluri alfanumerice și diagrame. Prin urmare, e suficient să dotăm televizorul cu un bloc special de codificare alfanumerică, pentru ca să-l „recalificăm“ ca dispozitiv periferic al personalierei. Atare posibilități au fost remarcate, și în rețeaua de comerț sînt livrate personaliere de uz casnic cu televizoare „Șilelis“, „Electronica“. Astăzi personalierei îi este oferit nu numai uzul televizorului, ci și cel al magnetofonului, în calitate de memorie externă.

Terminalele video pot fi clasificate după criteriile următoare : categoria datelor afișate, tipul indicatorului, nivelul intelectual. După primul criteriu distingem terminalele alfanumerice, grafice și simbolico-grafice. Acestea din urmă reprezintă o modificare a terminalelor alfanumerice, dotate cu mijloace tehnice și programatură pentru trasarea figurilor geometrice. După celelalte criterii putem deosebi display-uri în culori, în alb-negru, cu coordonate, cu rastru, proiectoare, multifasciculare, fotoluminescente, cu plasmă, cu cristale lichide... Astăzi terminalul video beneficiază de toate inovațiile și realizările tehnico-științifice, care-l perfecționează spre a-l apropia de utilizator.

Cînd iei locul în fața terminalului, îl conectezi, și deîndată pe ecran apare data, să-ți amintești, că anume apariția display-ului a condiționat elaborarea și dezvoltarea sistemului interactiv de utilizare a calculatorului, cînd utilizatorul își alcătuiește programul, conversînd cu mașina. Regimul de conversație, în care partea solicitantă poate fi atît omul, cît și calculatorul, a produs o veritabilă revoluție în problema furnizării tezaurului programat, cît și în relațiile Calculator-Utilizator.

Un grup aparte în familia perifericelor este reprezentat de trasatorul grafic. Acest dispozitiv este inclus în componența calculatoarelor, frecvent utilizate în activitatea inginerescă, în birouri de proiectare și în cele de cercetări științifice, care necesită reprezentarea grafică a informației și livrarea documentației tehnice. În ceea ce privește principiul de lucru, deosebim trasatoare electromecanice (vectorial), cu rastru și electronice. Trasatoarele mecanice desenează imaginea pe planșete (mese de trasat) sau rulouri cu ajutorul unui cursor, manevrat de programă pe două coordonate. Pe cursor este fixat organul de înregistrare în componența căruia sînt aplicate creioane, flomastere, izografe, penițe gen scribent, rothring, fineline. Programul de infografie include gestionarea coordonatelor cursorului și schimbarea culorilor. Cursorul este acționat de servomotoare, mișcarea rotativă a căroa

e convertită în rectilinie prin diverse mijloace de transmisie. Cea mai importantă etapă de conversie este aceea în cursul căreia schimbarea coordonatei este tradusă în cod numeric, și viceversa. În acest scop se folosesc convertoare ADC și DAC. Convertorul DAC (Digital-Analog Convertor) transformă codul numeric, recepționat de la procesor, în tensiunea de ieșire, care alimentează servomecanismele acționării cursorului. Această tensiune se compune dintr-o anumită combinație (corespunzătoare codului binar de comandă) de tensiuni de referință, ponderate binar. Conexiunea surselor de tensiune se produce printr-o rețea de comutație, alcătuită din elemente logice (numărătoare, decodoare, registre), comandate numeric. Convertoarele ADC servesc la traducerea semnalului de tensiune, valoarea căreia este adecvată coordonatei cursorului, în cod numeric. Tensiunea de măsurat este comparată cu tensiunea de referință, primită de la un convertor DAC, și momentul coincidenței e semnalat de un comparator cu ieșire logică, care fixează codul binar adecvat.

Gestiunea cursorului e realizată, comandînd deplasarea lui prin DAC și controlînd poziția prin intermediul ADC. ADC și DAC sînt folosite pe scară largă în toate ramurile tehnicii. Pe baza lor sînt realizate toate aparatele de măsurat cu ieșire numerică.

În afară de trasatoarele electromecanice se deosebesc un șir de tipuri nemecanice ale acestor dispozitive. Principiul de funcționare a acestora din urmă este bazat pe diverse efecte fizice și chimice, produse sub influența fluxului luminos, cîmpului electromagnetic, impulsurilor de curent.

Actualmente se bucură de o amplă utilizare trasatoarele cu mijloace de înregistrare electrostatice, electrochimice, și în deosebi electronice, dat fiind faptul că în ultimii ani au sporit considerabil proiectările asistate de calculator, pentru care trasatorul electronic (ori terminalul grafic) e de neînlocuit. Utilizatorul beneficiază de posibilitatea de a modela pe ecran configurația piesei proiectate, precizînd, corectînd dimensiunile ei înainte de a comanda proiecția ei finală la execuția trasatorului.

Resursele programate ale graficii computaționale sînt furnizate în ritm sporit, și astăzi în aria problemelor disponibile a apărut „pictura” computațională. Posibilitățile cromatice ale vizualizatorului modern îi permit utilizatorului de a sintetiza pe ecran desene, ornamente și chiar pictură. Este curios cum s-ar putea îmbina într-un utilizator capacitățile pictorului și ale programatorului. În acest cadru trebuie menționat că printre realizările, ce țin de domeniul artei și sînt curent tirajate cu eficiență economică, sînt modelarea computațională a îmbră-

căminiei, machiajului, coafurei și arhitectura asistată de calculator.

S-a ajuns astfel la concluzia că avem toate mijloacele, pentru a asigura accesul informației la calculator, a o prezenta într-o formă acceptabilă pentru prelucrare, a-i oferi utilizatorului diverse metode și echipamente, care-i înlesnesc acomodarea la pult. Ramîne să încheiem excursia cu pătrunderea în depozitele informatice ale calculatorului — memoria externă. Mai mult decît atît, o astfel de excursie e la timp, dat fiind faptul că unitatea de memorie externă ține de aparatul periferic al calculatorului.

ÎN LABIRINTUL DE CIFRE

Capacitatea memoriei externe joacă un rol important în lucrul calculatorului. Este de la sine înțeles că toate unitățile și toate caracteristicile calculatorului sînt importante. Nu există așa dispozitive, care, odată ce sînt incluse în componența calculatorului, n-ar ocupa un loc important. Cu toate acestea, se apreciază procesorul, atribuindu-i-se rolul principal, care determină majoritatea performanțelor.

În ce privește memoria externă, de ea depinde cîte și de care cunoștințe pot fi rezervate, pentru a le pune la dispoziția utilizatorului atunci cînd acestuia din urmă nu-i vor ajunge cunoștințele proprii.

Precum am relatat pînă acum, în toate categoriile de memorii se păstrează cifre, al căror sens ține de domeniul problemelor informatizate. Numeroasele mijloace și metode de memorare se perfecționează în pas cu progresul tehnic. Sînt numai trei decenii, de cînd au intrat în uz suporturile magnetice de memorare, dar ce metamorfoză au suferit ele în acest răstimp!

Suportul cu bandă magnetică a fost primul dispozitiv de memorie externă. Altfel nici nu putea fi, căci magnetofonul a apărut înaintea calculatorului. Iar suportul cu bandă magnetică nu-i decît un magnetofon acomodat la semnalele numerice. La început semnalele acustice sînt transformate în electrice, care modulează la rîndul lor fluxul cîmpului magnetic. Acesta din urmă intersectează banda de lavsan, acoperită cu material ușor magnetizabil (Fe_2O_3). Pe banda, care se mișcă cu o anumită viteză între polurile magnetului, se întipăresc (memorizează) stările de magnetizare, adecvate audiooscilațiilor muzicii înregistrate. Este ușor de observat, că modul și mijloacele de memorare a cuvintelor cîntecelor se pot potrivi și pentru cuvintele calculatoare.

Cuvîntul calculator poate fi înscris pe banda suportului de memorare ori paralel, fiecare bit al cuvîntului — pe o pistă

aparte, ori consecutiv bit după bit pe aceeași pistă. În blocul de citire/scriere sînt instalate capete magnetice, fiecare din ele fiind predestinat unei piste.

Programe, date, texte constante pot fi înscrise, citite, șterse de repetate ori. Cantitatea de informație disponibilă nu poate fi limitată, dat fiind faptul că o casetă cu bandă magnetică poate fi schimbată. Informația este înscrisă pe bandă în blocuri de lungime (ca număr de biți) constantă. Blocurile sînt condensate în fișiere — există un anumit sistem de organizare a accesului la informația solicitată.

Indicii de performanță ai suporturilor pe benzi magnetice sînt densitatea înscrierii, viteza de transfer, metoda de codificare, numărul de piste etc. În calculatoarele moderne densitatea dipolilor în lungul unei piste a atins valoarea de 246 bit/mm și există perspective de a o depăși. Mărirea densității condiționează îmbunătățirea unor caracteristici ca viteza de acces și capacitatea.

Suporturile cu discuri magnetice au aproximativ aceleași, ca și benzile, capacitate, viteză de transfer, dar, spre deosebire de acestea, dispun de un mecanism de acces mai simplu și mai perfect. În suportul cu bandă accesul la datele din mijlocul casetei necesită debobinarea ei pînă la jumătate, adică accesul se înfăptuiește consecutiv — fișier după fișier, bloc după bloc. Timpul mare de acces, condiționat de durata rebobinării (pînă la cîteva minute), constituie principalul dezavantaj al suporturilor cu bandă. Mecanismul accesului în suportul cu disc este determinat de însăși construcția discului. Capetele de citire/scriere au posibilitatea de a manevra de la o pistă la alta. Pistele au forma unor circumferințe concentrice.

Ideea înscrierii informației pe disc a fost împrumutată din aceeași fonografie, însă, spre deosebire de discul de gramofon cu o singură pistă spiraloidă, discul magnetic, dispune de piste paralele (concentrice).

Aparatul unității de memorie externă cu disc magnetic conține pachetul de discuri propriu-zis cu mecanismele de acționare, blocul cu capete de citire/scriere cu mecanismul de poziționare, amplificatoare de citire/scriere, comutatoarele capetelor magnetice și circuitele de gestiune. Pachetul de discuri de aluminiu, fixate în ansamblu pe un ax vertical, este antrenat într-o mișcare de rotație cu viteze de pînă la 3000 rot/min.

Principalul parametru al discurilor magnetice este densitatea de înscriere. Deosebim densitatea longitudinală a biților pe o singură pistă și densitatea radială a pistelor paralele. Actualmente sînt în uz discuri cu densitatea longitudinală de 200—300 biți/mm și radială de 16 piste/mm. Parametrul integral care rezultă din ambii parametri precedenți este densitatea



superficială, care în echipamentele moderne atinge 5×10^3 biți/mm². Și în cel mai apropiat viitor va fi de 10^5 biți/mm².

Există numeroase tipuri și modificații de discuri în funcție de funcționalitatea, domeniul de utilizare a calculatorului. Deosebim discuri fixate și amovibile. Primele sînt utilizate ca memorii externe de mari capacități, cele de-a doilea au avantajul de a mări numărul de discuri disponibile nelimitat. Ansamblul de discuri fixe conține de la 15 pînă la 100 discuri de mari dimensiuni (600—1000 mm în diametru). Pachetul amovibil conține 1—10 discuri de format mediu (100—300 mm).

Informația este localizată pe piste concentrice pe ambele suprafețe ale discurilor, în afară de suprafețele extreme. Pe una din suprafețele marginale se păstrează informația accesorie pentru poziționarea capetelor magnetice, sincronizarea canalului de citire/scriere, formatizarea în sectoare etc. Pista este împărțită în sectoare, iar acestea la rîndul lor — în blocuri. Pentru distribuirea optimă a suprafeței de lucru se folosește repartizarea informației în sectoare de lungime variabilă (în funcție de volumul informației înscrise). Pistele de pe toate suprafețele de lucru, situate echidistant de centru, formează un cilindru, cum e ilustrat în fig. 24. Numărul cilindrului, capu-

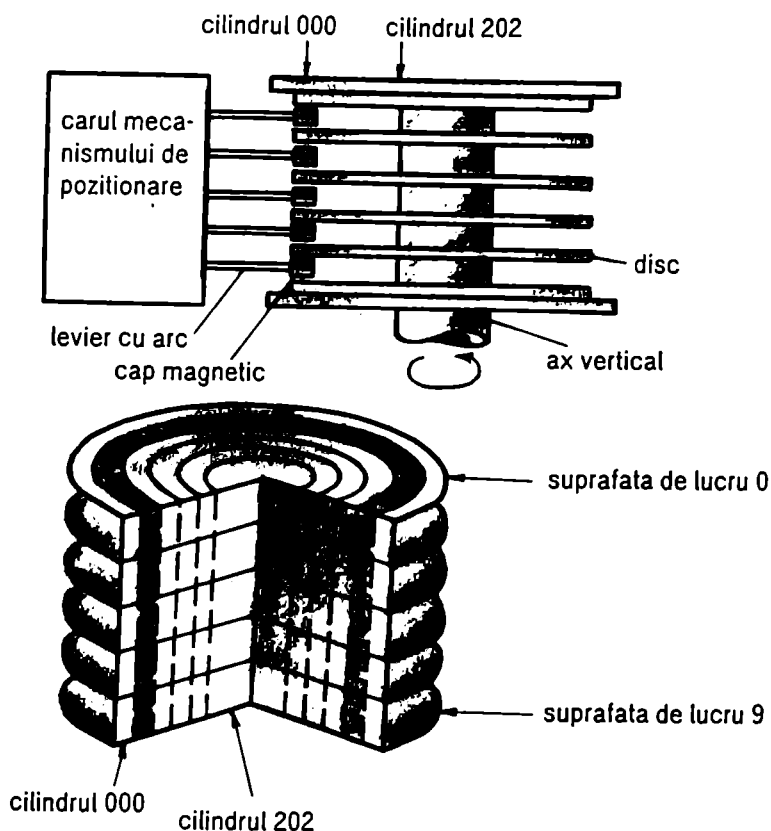


Fig. 24. Unitate de memorie externă cu discuri magnetice rigide

lui de citire/scriere sînt atribute importante în sistemul de organizare a informației, memorate pe disc.

Am urmărit pînă acum structura unităților cu discuri magnetice rigide. Există însă o familie și mai numeroasă de așa-zise discuri flexibile (dischetă, floppy-disc). Domeniul lor de utilizare e cît se poate de amplu și variat — personalierele, microcalculatoarele profesionale, minicalculatoarele, mașinile-unelte, dotate cu tehnică de calcul, instalațiile experimentale etc. Discheta cu diametrul de 133 ori 206 mm din material elastic (lavsan, mailar), acoperită cu material magnetic, este comodă pentru calculatoare mici de uz personal. Există dischete cu suprafața de lucru mono- și bilaterală, cu 40 și 80 piste pe una din părți. O pistă poate conține de la 8 pînă la 26 sectoare cu 128—512 octeți în sector. Sectorul reprezintă cel mai mare

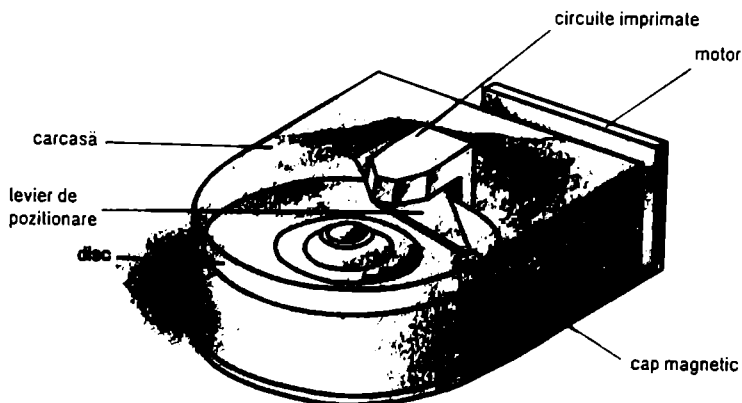


Fig. 25. Unitate de memorie cu disc Winchester

segment de date, care poate fi citit ori înscris cu o singură instrucțiune.

Densitatea de înscris a dischetelor e mai mare decât a discurilor rigide. Și totuși îmbunătățirea de mai departe a performanțelor e limitată de precizia mecanismului de poziționare a capetelor magnetice, aceasta din urmă întâlnind obstacole triviale, cum ar fi: variația temperaturii, umidității mediului, prezența diverselor impurități, compatibilitatea tehnologică constructivă.

O fază nouă de sporire a densității de scriere o constituie apariția discului Winchester. Acesta din urmă reprezintă un container vidat amovibil, în care sînt încorporate blocurile funcționale ale mecanismului de poziționare, ale capului magnetic împreună cu discul propriu-zis, circuitele auxiliare și dispozitivul de acționare. Structura subansamblului este prezentată în fig. 25. Inseparabilitatea detaliilor unității au condiționat atît densitatea înregistrării, cît și fiabilitatea ei.

Evoluția tehnologiei memoriilor externe ne permite să sperăm, că în viitorul cel mai apropiat utilizatorul va beneficia de suporturi de memorare optoelectronice, ai căror indici de performanță sînt superiori disponibililor astăzi cu cîteva ordine de mărime. Aceste îmbunătățiri vor fi posibile grație proprietăților materialelor optoelectronice și a sistemului de citire / scriere. În primul rînd, grosimea straturilor fotosensibile ale suprafețelor de lucru se va reduce substanțial (la circa 10—30 nM) în comparație cu ale celor magnetice. În al doilea rînd, sistemul de înregistrare / citire va fi realizat pe baza fascicului laser, care promite o rezoluție supraîncălzită a biților (de circa 1 mcm

cu interval de 2 mcm). Pe un disc de 305 mm în diametru se vor înscrie 45000 piste, iar capacitatea integră a discului va fi de 10^{10} — 10^{12} biți.

Recent au apărut materiale, care promit o metamorfoză a unităților de memorie : suporturi cu cuplaj de sarcină, cu bule magnetice.

Cercetările științifice de ultimă oră ne vor pune în curînd la dispoziție memoria nedestructivă de tip holografic, care va rezolva problemele bibliotecii moderne și nu numai ale acesteia.

Este important să reținem că toate îmbunătățirile pot avea eficiență economică numai atunci cînd utilizatorul va putea extrage foloasele maxime din procesele de modernizare, de care beneficiază. Aici totul depinde de pregătirea utilizatorului. În această ordine de idei trebuie recunoscut că pușini utilizatori au studiat toate posibilitățile calculatorului de care dispun. Cu toate că „intelectualizarea“ calculatorului crește pe zi ce trece, ușurîndu-i viața utilizatorului, acesta din urmă trebuie să se „informatizeze“ cu aceeași viteză.

S-a ajuns astfel la concluzia că utilizatorul trebuie să cunoască (și să înțeleagă) caracteristicile calculatorului.

CARACTERISTICILE CALCULATORULUI

86/35 Linia laterală conține peste 30 de solzi
87/88 Aripioara dorsală este formată din 6—9 ramuri
ramificate și 13 — neramificate. Corpul lung, aproape ci-
lindric. Gura mare, înarmată cu mulți dinți, botul turtit
ca ciocul de rață...

Știuca-Esox lucius
L. L. Popa „Peștii Moldovei“

Iată un exemplu de caracteristică a unui sistem compus. La drept vorbind, sistemul nici pe departe nu ține de domeniul tehnicii, și caracteristica lui nu e deplină. Ar fi trebuit să-i descriem și dimensiunile, greutatea, nutriția, comportamentul etc. Important este faptul că anume aceste componente sînt obligatorii, cînd este vorba de o caracteristică sistemotehnică.

Calculatorul este de asemenea un sistem compus, pe care nu-l poți aprecia după un singur parametru, cum ar fi, de exemplu, diagrama tensiune-curent a diodei. Caracteristica sistemotehnică nici nu există, însă prin această noțiune trebuie să se înțeleagă un complex întreg de parametri structurali, funcționali, de exploatare, tehnico-economici etc.

Caracteristica sistemotehnică este determinată de însușirile modurilor aparte și de indicii generalizați ai sistemului de calcul, cum ar fi viteza de lucru a procesorului, capacitatea memoriei interne, opțiunea de extensie și altele,— în fine, tot ce determină locul de lucru al calculatorului în geografia utilizării lui. Structura memoriei, mecanismele de adresare, schema funcțională a procesorului, formatul comenzilor, sistemul de întreruperi — toate aceste caracteristici sînt asociate sub noțiunea generalizată de „arhitectura calculatorului“.

ARHITECTURA CALCULATORULUI

Arhitectura constituie temelia caracteristicii sistemotehnice a calculatorului. O pătrundere retrospectivă în evoluția

modelului constructiv și logic evidențiază că toate calculatoarele se împart în familii, determinate de similitudinea arhitecturii. Mașinile electronice de calcul, care au arhitecturi identice, sînt reciproc compatibile. Aceasta înseamnă că ele pot executa aceleași programe, pot include în configurația lor aceleași echipamente periferice și, ceea ce este important de reținut, pot fi interconectate într-o rețea unică de calculatoare.

De regulă, se consideră compatibile mașini de diverse modele ale aceluiași sistem. În fiecare sistem de calcul se elaborează modelul de bază, care este mai apoi urmat de prototipi, care „înțeleg” programele lui, ba chiar îl și depășesc în mod potențial.

În ce privește modelul de bază, el percepe programele succesoriilor săi numai pînă la un anumit grad de complexitate, și așa înțelegere reciprocă se numește compatibilitate logică de jos în sus. Nu trebuie să se creadă, că o asemenea tratare a compatibilității nu pune la îndoială sensul proverbului, care e adevărat pe deplin numai la calculatoare „oul-calculator învață pe găina-calculatoare”.

În cele ce urmează vom menționa principalele definiții și noțiuni cu privire la arhitectură, evaluînd în aspect calitativ caracteristicile calculatoarelor de diferite sisteme.

Arhitectura calculatorului este un ansamblu de parametri legați de așa noțiuni, ca formatul datelor, comenzilor, modul de prezentare a informației (a comenzilor, numerelor, funcțiilor logice), sistemul de comenzi și regimurile de adresare, sistemul de întreruperi, organizarea operațiilor de intrare / ieșire etc.

NUCLEUL SISTEMULUI DE CALCUL

Din cele prezentate pînă acum s-a putut observa că calculatorul este un sistem integrant, nucleul căruia îl constituie memoria internă și procesorul, iar acesta din urmă are în componența sa blocurile operațional și de comandă. Astfel de blocuri funcționale există în orice procesor, așa că ele nu pot determina tipul procesorului, care se caracterizează prin numeroși factori. Printre ei putem enumera structura sumatorului, care poate fi cu transport consecutiv, paralel, accelerat ori simultan, poate avea opt sau șasesprezece ranguri. Este important numărul de registre al acumulateoarelor și al registrelor tampoane destinate memorării temporare a operanzilor și comenzilor. Numărul de acumulateoare în mod hotărîtor sporește viteza de lucru a procesorului. Registrele interne, enumerate mai sus, împreună cu registrele generale ale procesorului, alcătuiesc memoria superoperativă a acestuia din urmă. Registrele generale, sau univer-

sale, servesc la elaborarea programelor, la definirea operanzilor și la formarea adreselor instrucțiunilor și operanzilor.

După cum se știe, toate comenzile sînt reprezentate în formă de cod binar, stocate în celulele memoriei operative. Fiecare celulă are o unică adresă, adică poziția ei este adecvată unui cod, la care reacționează decodificatorul adresei, activizînd celula spre a o citi/scrie. Această adresă, care coincide cu numărul de ordine al celulei, se numește adresă fizică sau efectivă. Anume la adresa efectivă reacționează decodorul, găsind accesul solicitat. Codul adresei efective poate atinge lungimi considerabile. Dacă, de exemplu, capacitatea (volumul) memoriei interne este de 1 K, adresația celulelor se înfăptuiește printr-un cod de 10 ranguri, iar pentru un volum de 64 K trebuie utilizat un cod de 17 ranguri.

Astfel, pentru a indica în instrucțiune adresa operandului ce urmează să intre în uz, e necesar a se rezerva în cuvîntul comenzii un spațiu (cîmp) considerabil. În același timp, nu trebuie neglijat faptul că formatul comenzii este standardizat — 2 octeți, sau 16 biți. Cum se procedează ?

În asemenea condiții comanda nu conține codul adresei efective, dar un alt cod mai scurt, mai laconic. Examinînd mai detaliat în acest context structura generală a comenzii, vom estima importanța locului și formei codului adresei în cuvîntul de comandă ori instrucțiune.

Comanda reprezintă un cod ce determină operația calculatorului și datele implicate în această operație (sau adresa lor). Informația despre specia operației conține partea (cîmpul) operațional al cuvîntului numeric, cum e arătat în fig. 26. Există un amplu asortiment de comenzi ale aritmeticii cu virgulă fixă, mobilă, ale operațiilor logice, de intrare/ieșire etc. Indicațiile referitoare la funcția operațiilor sînt plasate în rangurile majore ale cuvîntului de comandă (CO — codul operației). În cîmpul de adresă se păstrează știri despre locul ocupat de operanzi în memorie. În ce privește numărul de adrese, deosebim instrucțiuni cu una și cu două adrese. În primul caz unul dintre operanzi se află în unitatea aritmetică a procesorului, iar al doilea — în memorie la adresa indicată. În al doilea caz sînt indicate adresele ambilor operanzi sau adresa unuia și adresa comenzii următoare.

Accesul la operanzi poate fi efectuat în diferite moduri și cu diferiți algoritmi în dependență de locul sediului operanzilor. În acest sens există indicații stricte, care determină modul de acces și sînt prezentate în cuvîntul de comandă prin codul regimului de adresare. Acesta din urmă ne indică cum trebuie distribuit conținutul cîmpului de adresă pentru a obține adrese efective care selectează direct celula solicitată.

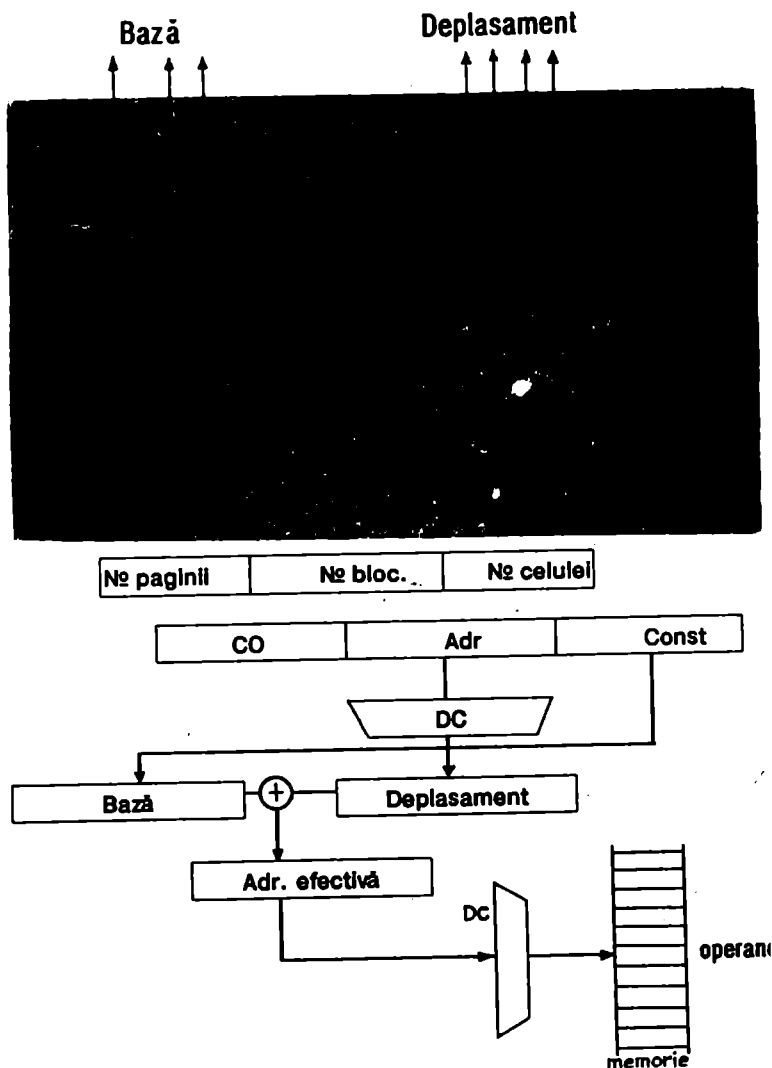


Fig. 26. Formarea adresei. postale — a, efective — b și mecanismul accesului la operand în regimul adresării indexate — c

Formarea adresei efective se produce în registrele universale ale procesorului, iar în câmpul de adresă al cuvântului de comandă sînt indicate doar numerele acestor registre.

Posibilitatea de a efectua operații aritmetice asupra codurilor de adrese asigură diversele feluri de acces la memoria operativă, economisindu-se totodată spațiul câmpului de adresă a

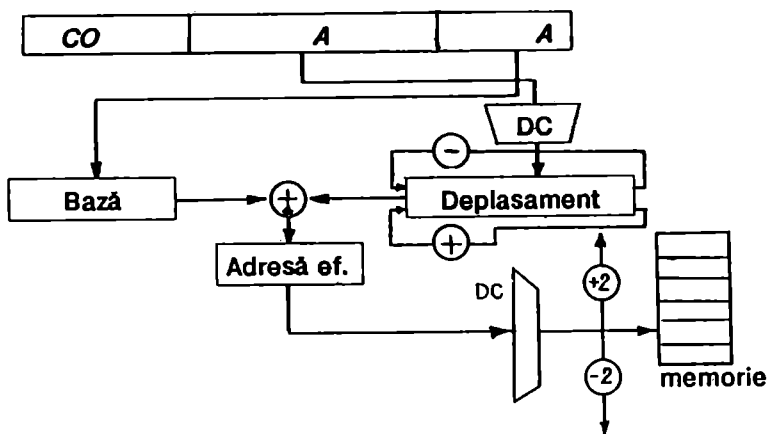


Fig. 27. Formarea adresei efective cu ajutorul contorului de instrucțiuni (contorului de program)

cuvîntului de comandă, pentru ca acesta din urmă să nu depășească formatul standardizat.

Să vedem cum se compune adresa efectivă. Pentru a înțelege acest proces, este util să reținem că în calculatoare se aplică cu precădere divizarea memoriei operative în pagini, blocuri și celule. În acest context de evidență, adresa efectivă nu e altceva decît numărul de ordine al paginii, blocului, celulei. Cum se poate vedea din fig. 26, această adresă se compune din bază și deplasament, unde baza reprezintă rangurile superioare ale codului.

O asemenea prezentare a adresei nu poate să nu ne amintească rechizitele unei adrese poștale, unde adresa de bază corespunde țării, orașului, iar deplasamentul — la tot ce e mai concret.

Pentru simplitate vom prezenta doar cîteva din numeroasele regimuri de adresare. De exemplu, adresa de bază este dată nemijlocit în instrucțiune, iar deplasamentul — în registrul index, în rolul căruia este ales unul din registrele universale ale procesorului. Astfel de adresare se numește indexată sau în regim de indexație.

Luînd în considerație faptul că programele redactate pentru prelucrare reprezintă o zonă compactă în memoria operativă, adresele comenzilor și ale operandilor, implicați în program, sînt o progresie aritmetică cu pasul de 2. Adresele a două celule alăturate diferă cu 2, deoarece lungimea unui cuvînt e de 2 octeți. În așa condiții adresarea comenzii sau operandului curent poate fi efectuată, majorînd codul adresei precedente cu 2. Această operație de obicei este realizată prin intermediul unui

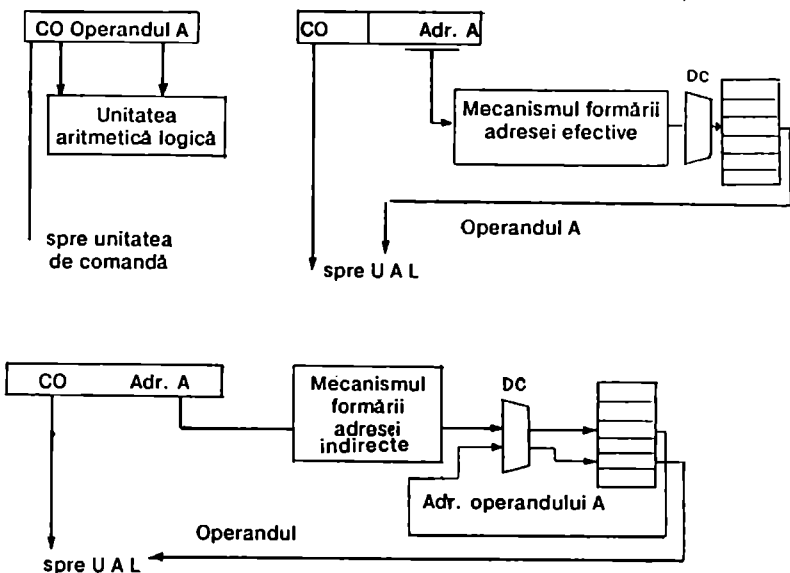


Fig. 28. Obținerea operandului A: prin adresarea nemijlocită — a, directă — b și indirectă — c

din registrele procesorului, numit contor de instrucțiuni (contor de program). Formarea adresei efective se transformă astfel în următoarea procedură : în unul din registrele procesorului se formează adresa de bază, în alt registru —deplasamentul, care mai apoi își mărește conținutul cu 2 de fiecare dată, când este adresată comanda (operandul) următoare. Acest regim este numit regim de adresare relativă. Cu considerabile simplificări mecanismul adresării relative este ilustrat în fig. 27, unde adresa de bază rămâne constantă în timpul programei, iar fiecare adresă efectivă curentă este obținută în relație față de conținutul contorului de instrucțiuni. Fiecare din registrele universale ale procesorului poate funcționa ca contor bidirecțional : în regim de majorare a conținutului (increment) și de scădere (decrement).

Din cele prezentate în aceste exemple am urmărit pînă acum regimuri de adresare directă. În acest cadru trebuie menționat că există trei clase de regimuri : nemijlocită, directă și indirectă.

În regimul de adresare nemijlocită cîmpul de adresă al instrucțiunii conține nu adresa, ci însuși operandul. Adresarea directă se produce, utilizînd conținutul cîmpului de adresă pentru formarea adresei efective. Regimul adresării indirecte dispune de un mecanism, care obține accesul operandului prin dublă adresare : formarea adresei efective și accesul celei, deținătoare a adresei operandului, după aceea, folosind adresa obți-

nută, accesul la operand. Mecanismele celor trei regimuri enumerate sînt înfățișate în fig. 28.

Prin analogie cu calculatorul, care este un ansamblu antropomorf, omul însuși utilizează aceeași practică de adresare. Un ins se adresează interlocutorului său nemijlocit atunci, cînd ei stau de vorbă. Dacă persoana adresată nu este prezentă, adresarea se poate efectua cu un mesaj în scris la adresa respectivă. Dacă domnul cutare locuiește în același sat, e suficient să se scrie pe plic doar numele. Dacă el locuiește pe altă planetă (sau cel puțin pe alt continent), atunci pe plic se indică, pe lîngă numele și casa destinatarului, denumirea planetei, țării, statului, departamentului, județului și satului de pe această planetă. Aceste atribute sînt analogice adresei de bază (planeta, țara, capitala) și deplasamentului (satul, numele). Dacă adresa nu se știe direct, ea poate fi aflată în secția cutare, și acest fel de adresare e similar adresării indirecte. În adresarea indirectă, ca și în cea directă, pot fi utilizate regimurile relativ și de indexare, unde sînt folosite aceleași registre universale ca numărătoare.

Un deosebit rol în funcționarea procesorului îi este destinat registrului stării procesorului, ori PSW (Processus Status Word). În acest registru intern al procesorului se păstrează informația despre starea sistemului de calcul, care depinde de mulți factori, dintre care în primul rînd pot fi enumerați indicii de condiții. Acești indici caracterizează rezultatul obținut în fiecare operațiune. Sistemul de calcul trebuie să reacționeze la depășirea capacității acumulatorului, sumatorului, la schimbul sensului rezultatului, la rezultat nul.

Reacția sistemului de calcul la asemenea indicatori constă în ramificarea programului : dacă, de exemplu, rezultatul este nul (egal cu zero), programul se abate de la decurgerea lui obișnuită și trece la o subrutină special prescrisă pentru situația curentă. Dacă rezultatul nu e nul, programul decurge conform ordinii instrucțiunilor. Trecerea la subrutinele inițiate de indicatorii de condiții se numește salt (salt prin zero, prin depășire, prin transport etc.). Salturile sînt inițiate de bistabili speciali, care înscriu 1 în condițiile respective.

Din motive tehnologice acești bistabili împreună cu alți indicatori ai procesului de calcul sînt uniți într-un registru aparte, numit PSW. Acest registru poate fi citit pentru a aprecia starea calculatorului pe parcursul programului.

Un important indicator al stării procesului de calcul este bistabilul de urmărire (fanionul de urmărire). Funcția lui constă în a urmări apariția situațiilor inadmisibile și a intrerupe procesorul.

În fine, necesitatea de a ști în orice moment starea sistemului de calcul a condiționat existența unui așa registru ca PSW. Po-

sibilitatea de a citi conținutul registrului PSW are o deosebită importanță la organizarea procedurilor de întrerupere. Să analizăm mai detaliat acest proces.

ÎNTRERUPERILE PROCESORULUI

Ce este întreruperea ? De unde se ia ? E un prejudiciu sau e prevăzută din timp ?

O examinare pe cât se poate de puțin riguroasă, în documentația tehnică, a numeroaselor modele de calculatoare evidențiază importanța sistemului de întreruperi ca un determinant indice de performanță.

Întreruperea procesorului este modul de a reacționa la situațiile de conflict, când continuarea prelucrării programului nu-i rațională, fiind împiedicată de diferite circumstanțe previzibile și imprevizibile. În acest context întreruperea nu trebuie înțeleasă altfel decât întreruperea unui program pentru lansarea altuia mai urgent și mai important la momentul dat.

Întreruperile sînt provocate de factori interni, cum ar fi instrucțiuni absurde, iraționalități, împărțite cu zero, avarii în rețeaua de alimentare, și de factori externi. Aceștia din urmă sînt echipamentele periferice.

Majoritatea problemelor ce țin de competența calculatorului necesită proiectarea diagramelor, imprimarea rezultatelor în tabele, livrarea unor statistici etc. Aceste operații sînt efectuate de echipamentele periferice, și pentru gestiunea lor procesorul trebuie să întrerupă prelucrarea programului curent și să se ocupe de deservirea unităților externe. Întreruperea este o procedură strict determinată, necesară pentru fiabilitatea și siguranța funcționării calculatorului. Căci dacă procesorul n-ar reacționa la diferite situații, el n-ar putea duce la capăt misiunea sa privind soluționarea problemelor utilizatorului.

Orice sistem compus, tratat ca un obiect multicomponent, necesită coordonarea și controlul funcționării unităților componente. Procesorul, ca unitatea cea mai activă în acest ansamblu, prelucrează adeseori în paralel cîteva programe, stocate în diferite pagini ale memoriei, interacționează des cu memoria opetivă și cu unitățile externe, solicitînd selecția datelor și programelor din dispozitivele de memorie, emițînd instrucțiuni cu privire la afișarea pe ecran sau livrarea informației în formă documentară a rezultatelor. Unitățile externe, executînd instrucțiunile, sînt obligate să raporteze procesorului despre lucrul împlinit. În acest scop ele trimit procesorului semnale, cerînd întrerupere. Procesorul, la rîndul său, întrerupe prelucrarea programului curent pentru a recepționa raportul despre execu-

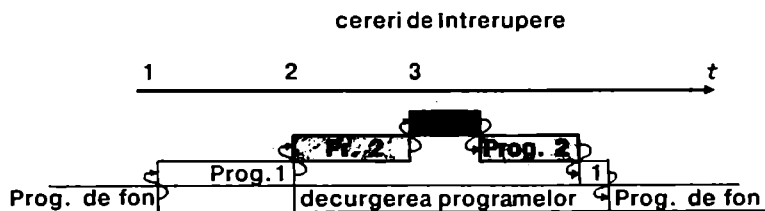


Fig. 29. Diagrama temporală a procedurii de întrerupere într-un sistem cu gradul de profunzime 3

tarea instrucțiunilor sale, recent repartizate. Pentru a nu fi „abătut“ din lucrul său de bază, procesorul face uz de sistemul de întreruperi. Cum funcționează acesta din urmă ?

În primul rând, nu fiecare program poate fi întrerupt, dar numai acel importantă, urgența căruia e de mai mică prioritate decât a programului întrerupător. Pe parcursul prelucrării programului curent, procesorul i se comunică gradul de prioritate al acestui program, atribuindu-i o valoare numerică, care este memorată în registrul de stare a procesorului PSW, împreună cu alți indici la care ne-am referit.

Concomitent cu cererea de întrerupere, procesorul i se transmite codul valorii priorității programului întrerupător. Acesta din urmă este comparat cu prioritatea procesorului și, dacă rezultatul comparației este în favoarea programului întrerupător, se trece la procedura de întrerupere. Sistemul de întrerupere se caracterizează prin profunzimea întreruperii, numărul de nivele de întrerupere și numărul de intrări în sistemul de întrerupere.

Profunzimea întreruperii este numărul maximal de programe, care pot fi întrerupte una de alta. În fig. 29 putem observa că în sistemul cu profunzimea de 3 pot fi în stare de întrerupere 3 programe (2 programe întrerupătoare și programa de fond a procesorului).

Numărul de intrări în sistemul de întrerupere este egal cu numărul de surse al potențialelor întreruperi. De obicei, acest număr este variat (de la zeci pînă la sute) în diferite modele de calculatoare. Cum se procedează în cazul recepționării simultane a mai multor cereri de întrerupere ? Nu-s oare posibile situații de conflict ?

Pentru a reglementa ordinea tratării a numeroaselor cereri, sursele sînt grupate după categoria importanței și urgenței lor. Sursele uneia și aceleiași clase sînt conexe cu o linie unică (de unic nivel) a intrărilor în sistemul de întrerupere.

În minicalculatorul CM—1420 există 5 nivele de prioritate. La fiecare nivel pot fi conectate cîteva surse, adică dispozitive periferice, totodată cu cît terminalul e amplasat mai aproape

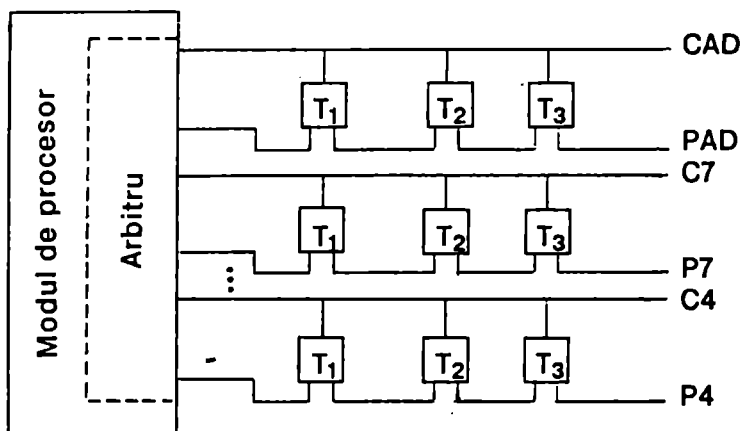


Fig. 30. Orînduirea circuitelor cererilor și permisiunilor de întreruperi

de procesor în lanțul echipamentelor de-a lungul liniei, cu atât prioritatea lui e mai mare în cadrul aceluiasi nivel. După cum e arătat în fig. 30, periferiile conexe la același nivel emit cererile de întrerupere în paralel, iar permisiunea întreruperii o recepționează în serie, de la stînga la dreapta, determinînd prioritatea. Pe lîngă cele 4 nivele de prioritate, enumerate în schema prezentă, un loc deosebit îl ocupă nivelul de acces direct, de care beneficiază suporturile de memorie rezidente.

Cererile de întreruperi sînt primite și analizate de circuite logice numite arbitru, selectîndu-se numai una — cea mai prioritară. Permisuniunea la întrerupere fiind primită de solicitant, celelalte cereri sînt blocate.

Astfel, lupta pentru dreptul de a întrerupe se începe la toate nivelele de prioritate, continuă între periferiile unui nivel, și, în sfîrșit, între prioritatea programului solicitant și cea a programului curent al procesorului.

Pentru a trece la tratarea întreruperii, sînt necesare două proceduri: memorarea stării programului întrerupt și încărcarea în registrele procesorului a stării programului de tratare a întreruperii. Starea sistemului de calcul (sau starea programului, starea procesorului), după cum s-a relatat, este codificată în conținutul registrelor PSW de stare a procesorului PSW și a registrului-contor de instrucțiuni PC (Programm Counter). Cuvîntul din registrul PSW conține indicii de condiții ai rezultatului obținut, valoarea nivelului de prioritate, a procesorului în programa curentă, bitul de urmărire etc. Conținutul registrului PC este adecvat adresei comenzii următoare, deoarece adresarea instrucțiunilor programului stocat în memoria operativă se face numai prin intermediul contorului PC. Conținutul acestor

două registre, pe care le vom numi atributele programului, constituie informația, fără de care nu poate fi început (continuat) nici un program.

Permișiunea întreruperii fiind dată, procesorul golește registrele PSW și PC, memorînd conținutul lor, apoi, recepționînd atributele programului nou (conținutul PSW și PC), le încarcă în registrele respective și începe prelucrarea rutinei de întrerupere.

Adresa atributelor programului de întrerupere (rutinei) se numește vector de întrerupere. Deci, ordinea de acțiuni e următoarea : arbitrul primește semnalul-cerere, îl analizează, dă permișiunea, procesorul primește vectorul de întrerupere, memorează atributele programului curent, golește registrele PSW și PC, apoi, folosind vectorul de întrerupere, adresează atributele programului nou, le instalează în registrele sale și începe rutina de tratare a întreruperii.

Prelucrarea rutinei decurge astfel : amplasînd în registrul PSW cuvîntul de stare a rutinei, iar în PC — adresa primului cuvînt de comandă, adresează această comandă, mărește conținutul registrului PC cu 2, pentru a adresa instrucțiunea următoare etc.

Acum vom urmări cum și unde sînt memorate în acest timp atributele programului întrerupt. În acest scop este rezervat un anumit sector al memoriei operative, căruia i se spune stivă. Denumirea sa este adecvată însușirilor. Păstrarea temporară a cuvintelor în stiva de memorie este similară păstrării cărămidilor într-o stivă adevărată : întotdeauna prima cărămidă, pe care o poți lua este cea de la vîrf, adică ultima pe care ai pus-o. Stiva-memorie are un singur punct de încărcare, numit vîrf. Adresa vîrfului este permanent memorată în indicatorul stivei — un registru universal al procesorului. Procesul de încărcare a stivei începe cu incrementul indicatorului (mărirea adresei vîrfului cu 2), apoi înscrierea în memorie la adresa indicată. Astfel în indicator întotdeauna se păstrează adresa ultimei înregistrări. Citirea (extragerea) din stivă se produce la adresa indicată, apoi indicatorul își micșorează conținutul cu 2. Examinînd în paralel mecanismele de încărcare/scriere și descărcare/citire la cărămizi și la cuvinte, putem menționa că stiva de memorie este comodă pentru păstrarea temporară a atributelor programelor întrerupte.

Cum e arătat în fig. 29, programul de bază al procesorului sau programul de fond este întrerupt de programul 1. Această procedură este însoțită de memorarea vectorului programului-fond în stivă. Întreruperile consecutive ale programului 1 de programul 2,2 de 3 se produc concomitent cu înscrierea în stivă a vectorilor programelor 1,2. După sfîrșitul programului 3, din stivă este citit vectorul programului 2, încărcat în re-

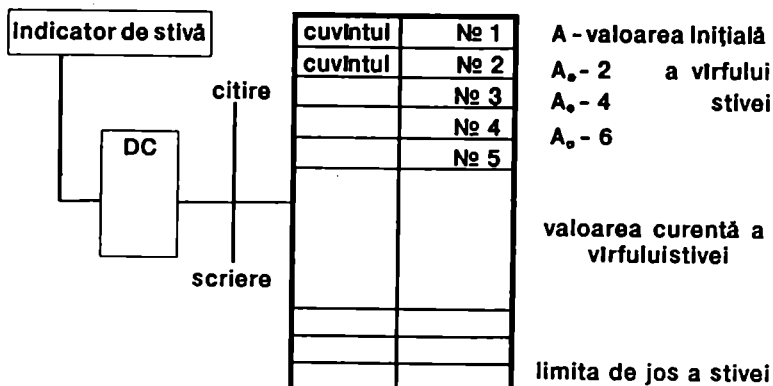


Fig. 31. Schema bloc a stivei de aparat a microcalculatorului

gistre și reluat programul 2, și așa mai departe. Pentru orice calculator este prescrisă profunzimea (volumul) stivei, care determină câte programe pot fi deservite cu ajutorul ei.

ORÎNDUIREA MEMORIEI

Referitor la memorie există multe aspecte calitative și cantitative sub care o putem cunoaște definitiv. Am luat cunoștință de unele generalități din domeniul materializării memoriei. În continuare vom examina organizarea, distribuirea și evidența ei.

Memoria internă este divizată în celule, blocuri și pagini. Celula de bază este octetul. Informația adeseori este divizată în cuvinte, măsura cărora e de 2 sau 4 octeți. În asemenea cazuri adresarea cuvintelor este produsă, folosind adresa octetului inferior al cuvîntului. Dacă necesită adresarea unui octet aparte, sînt utilizate indexuri speciale în instrucțiuni. Astfel, adresele a două cuvinte vecine în memorie se deosebesc cu atîtea unități cîți octeți conține cuvîntul.

Valorile adreselor se încep cu zero și sînt reprezentate binar, formînd o succesiune cu pasul de 2.

Orice calculator dispune de un număr finit de adrese, care e distribuit nu numai pentru adresarea celulelor memoriei operative, dar și pentru accesul unităților periferice, registrele procesorului. Toate blocurile funcționale, registrele la care trebuie să aibă acces programul dispun de adrese în aceeași ordine ca și celulele de memorie. Acestor echipamente le este distribuită zona de valori superioare în spațiul de adrese.

În zona valorilor inferioare ale spațiului de adrese, începînd de la adresa zero și pînă la 1—2 K, este localizată memoria,

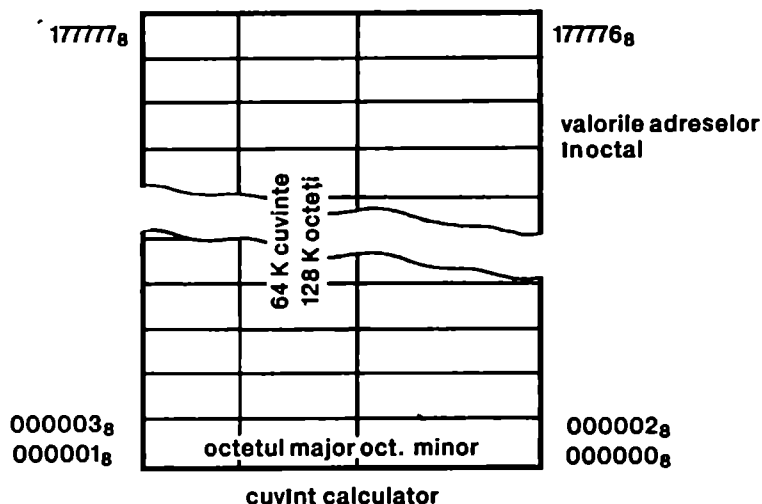


Fig. 32. Diviziunea memoriei interne în cuvinte și octeți

rezervată pentru vectorii întreruperilor ai echipamentelor periferice și pentru vectorii subrutinelor întreruperilor interne ale procesorului.

Despre vectorii întreruperilor s-a spus recent. Rămîne să reținem că din cele două cuvinte componente (conținutul PSW și conținutul PC) al doilea reprezintă adresa primei instrucțiuni a subrutinei care tratează întreruperea.

În cazul cînd întreruperea e inițiată de către unitatea periferică cu o cerere de deservire, vectorul întreruperii indică adresa primei comenzi a programului, care activează periferia, efectuînd transferul datelor, taparea, afișarea etc. Astfel de program ține de categoria rutinelor și poartă denumirea de excitator. Programul excitator organizează accesul periferiei, care se produce prin intermediul așa-ziselor registre ale dispozitivelor externe. Ele sînt adresabile, avînd adrese în regiunea valorilor maxime ale spațiului de adrese.

S-a ajuns astfel că programul excitator ocupă un sector de memorie în zona de sus a memoriei (în zona adreselor maxime), vectorul întreruperii, cu care se activează excitatorul, este situat în zona adreselor minime, iar registrul periferice respective are adresă în zona valorilor maxime ale spațiului de adrese. Astfel, transferînd informația la adrese din regiunea valorilor maxime, nimerim nu în celule de memorie, dar în echipamentele periferice ori în registrele procesorului.

Nu trebuie să se creadă că tot spațiul memoriei operative este destinat utilizatorului. După cum s-a observat, o parte de

memorie este ocupată de vectorii de întreruperi. Lîngă această zonă este localizată stiva de aparat. În zona adreselor maxime se păstrează excitatoarele perifericelor care intră în componența sistemului de operare — ansamblu de programe, ele ocupînd un spațiu considerabil în memoria internă.

Programele utilizatorului dispun de spațiul din zona valorilor medii de adrese ale memoriei interne. Atît memoria operativă, cît și cea externă, sînt orînduite într-un fel anume. Precum globul geografic e marcat cu paralele și meridiane, astfel și memoria își are sistemul ei de coordonate, fiind divizată în pagini, blocuri etc. Există programe speciale, care se ocupă de distribuirea memoriei interne, plasînd programele utilizatorului în așa fel, ca să fie exclusă posibilitatea superpoziției lor cu programele de sistem sau între ele. În unele calculatoare cu memorie internă de mare capacitate programele gestiunii memoriei sînt unite în ansambluri autonome numite dispeceri de memorie.

Memoria externă este organizată altfel. Cuvintele calculatoare, înregistrate consecutiv pe pista discului magnetic, sînt grupate în blocuri, la un anumit interval unul de altul. Există blocuri de lungime constantă și variabilă. Blocul de lungime constantă, adeseori numit sector, reprezintă unitatea minimală indivizibilă a memorăii externe.

Informația pe suporturi magnetice este păstrată în fișiere. Fișierul reprezintă o colecție organizată de înregistrări, asociate după o categorie comună. De exemplu, fișierul evidenței consumurilor al unui depozit conține în fiecare articol date privind cantitatea, prețul, debitul, creditul mărfurilor.

În cazul suportului cu pachete de discuri fixe este rațională amplasarea fișierului pe un cilindru. În asemenea condiții căutarea datelor nu necesită deplasarea radială a capetelor magnetice. În cazul unui singur disc amplasamentul fișierelor pe piste depinde de lungimea lor. Fiecare pistă și sector pot fi adresate programat.

Orînduirea fișierelor pe disc și procedura de acces sînt două componente ale aceleiași probleme, care este soluționată în mod diferit în dependență de tipul calculatorului ori discului.

Or în orice sistem de înregistrare și de acces este obligatorie prezența fișierului auxiliar cu tabel de alocare a fișierelor, unde fiecare articol conține numele și tipul fișierului, pista și sectorul inițiale, numărul de sectoare componente. Toată suprafața de lucru a discului sau a pachetului de discuri constituie un volum.

În aceleași condiții o bobină de bandă magnetică reprezintă un volum, divizat în blocuri. Fișierele pot avea lungime diferită : un fișier poate ocupa un volum, cîteva volume sau o parte de volum. Adresarea, accesul și prelucrarea datelor de pe bandă

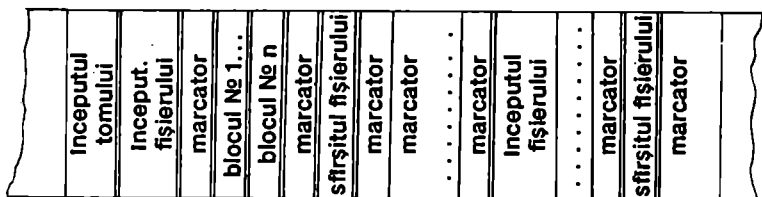


Fig. 33. Amplasamentul fișierelor pe o bandă magnetică (volum multifîșier).

sînt înlesnite de înregistrări speciale — marcatoare, care caracterizează volumele și fișierele.

Astfel e organizată memoria calculatorului — pretutindeni sînt puse jaloane, repere, pentru ca să nu ne rătăcim în procesele de căutare prin masivele de informație. Cum decurge această căutare, ce programe înfăptuiesc orientarea prin aceste puncte noi vom afla în capitolul referitor la sistemele de operare.

ÎNCĂ O DATĂ DESPRE STRUCTURA CALCULATORULUI

Luînd în considerație complexitatea și modularitatea calculatorului, este util de a examina caracterul fluxului de informație, care circulă între blocurile componente, dîndu-i acestuia din urmă un aspect armonic, rațional, cu un scop bine determinat.

Din punct de vedere tehnologic, toată interacțiunea dintre blocurile calculatorului nu e altceva decît un neconținut transfer de informație, adică schimb de semnale. Pentru aceasta semnalele trebuie standardizate. În acest context standardizarea este o necesitate primordială în toate sistemele modularizate. De această necesitate s-au convins știința și ingineria secolului XX, cînd s-a afirmat pe plan mondial elaborarea sistemelor mari, incluzînd ansambluri de măsurare, gestiune automată etc.

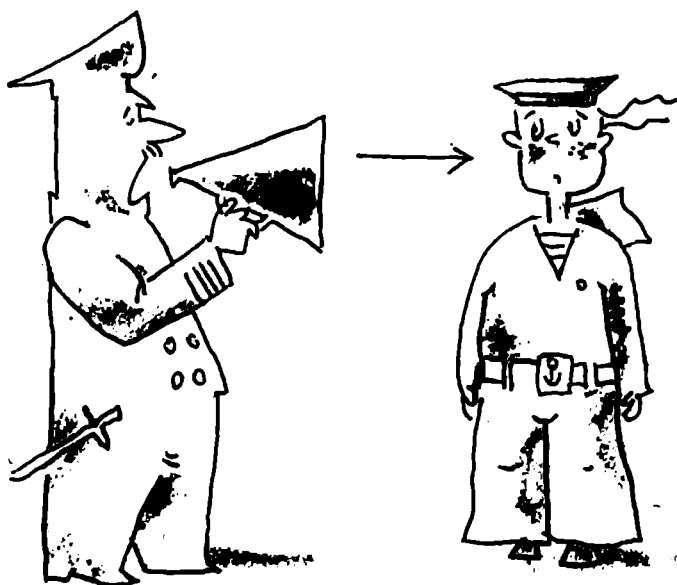
Anume crearea sistemelor mari a condiționat modernizarea industriei pe baze tehnologice noi.

Pentru a grupa în sistem diverse aparaturi, utilaje asigurînd în același timp coordonarea funcționării fiecăruia în parte și a sistemului în ansamblu, este necesară compatibilitatea energetică, constructivă și logică a tuturor componentelor. Aceste cerințe, în mod integral, au formulat noțiunea sistemotehnică de interfață și au fost fructificate prin mijloacele de interfață, care leagă astăzi blocurile calculatorului.

Interfață (din engleză interface) ar însemna ceea ce se află

între două (sau mai multe) fețe, mai bine zis între două suprafețe, dar și mai aproape de sensul, pus de englezi în această noțiune, ar fi să zicem: tot ce se află între blocurile unui sistem și asigură interacțiunea lor în ansamblu. Noțiunea de interfață include semnalele, algoritmul parcurgerii și mijloacele propagării lor prin secțiunea (hotarul) dintre elemente și care sînt supuse unei riguroase standardizări. Semnalele reprezintă nivele și frecvențe, algoritmi — proceduri sau protocoale, mijloace tehnice — linii, magistrale sau canale, prize și cablaje imprimate, numite cartele de interfață sau adaptoare.

Magistrala de interfață constituie un cablu multifilar compus din trei subdiviziuni: magistralele de date, adrese și de control. În diverse tipuri de interfețe, convenite în standarde internaționale, organizarea acestor trei submagistrale este modificată și adaptată maximal la structura procesorului și arhitectura generală a calculatorului. Există interfețe paralele și consecutive. Primele au la bază metoda de transfer simultan al cuvîntului, fiecare bit dispunînd de o linie proprie. Numărul de linii este adecvat formatului convenit, durata de transfer al unui cuvînt este de un tact. Prin interfața consecutivă într-un tact se transferă un bit, durata de transfer a unui cuvînt fiind numărul adecvat de tacturi. Rata de transfer a interfețelor paralele este mai mare, însă ele sînt capricioase la geometria liniilor cablajului, la rezistența de undă. În această privință interfețele con-



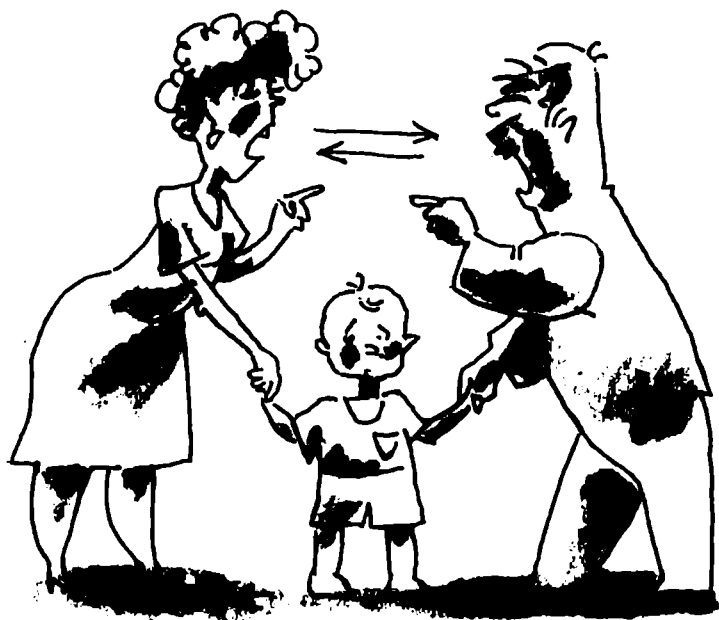


Fig. 34. Exemple de comunicație simplex, semiduplex (de alternanță) și duplex

secutive asigură transferul la distanțe mai mari de câțiva km.

Schimbul de informație dintre blocurile calculatorului prin magistralele interfeței poate fi realizat în diferite regimuri sub aspectul ordinii emiterii recepției.

În general, există trei regimuri de comunicație între unitățile de cuplaj : simplex, semiduplex și duplex. În canalul simplex informația se transferă numai într-o direcție. Astfel de canal este realizat în linii monodirecționale, unde blocul central constituie partea de emisie, iar cel periferic — partea de recepție. În fig. 34 acest regim este reprezentat alegoric prin mesajul unui surd către un mut. Acest mod de comunicație a stat cândva la baza telegrafiei. Actualmente este utilizat rareori : ca parte componentă în sisteme de comunicație mai desăvârșite, ca magistrală de transfer a datelor în așa echipamente ca imprimanta ori claviatura.

Comunicația semiduplex, sau de alternanță, este utilizată pe scară largă datorită posibilității transferului în ambele părți, ceea ce satisface cerințele majorității echipamentelor periferice ale calculatoarelor. Pentru semiduplex este obligatorie prezența aparatului de recepție și emisie la ambele părți comunicante. Mijloacele de legătură sînt realizate în magistrale bidirecționale, care comunică în ambele părți în regim de diviziune de timp. Semiduplexul este analogic comunicării dintre doi gentlemeni în condițiile cînd vorbește numai unul, iar interlocutorul ascultă, apoi răspunde etc.

Comunicația duplex este cea mai rapidă, realizînd transferul în ambele părți simultan. Duplexul poate fi prezentat ca două simplexuri antiparalele. Datorită realizării fizice în magistrale monodirecționale, canalul duplex conține de două ori mai multe linii decît semiduplexul. Comunicația duplex este frecvent utilizată în transferul datelor la distanță și în perifericele de memorie externă, care necesită transfere ale unor masive mari de date.

Toate aceste trei regimuri de comunicații pot fi realizate în regim de transmisie sincron sau asincron. În transmisia, sincronizată cu frecvență stabilă, eșantioanele urmează una după alta peste intervale constante de timp, în care sînt prevăzute reținerea semnalului în linie, durata de comutație în partea de recepție și alte particularități. De regulă, în interfețele paralele sincronizarea fiecărui eșantion se face cu o anumită întîrziere, pentru a evita procesele tranzitorii și a atinge stabilirea deplină a nivelelor logice pe toate liniile. La început datele sînt livrate pe toate liniile, și după un interval de întîrziere se aplică impulsul strob, care sincronizează transmisia. În comunicația asincronă fiecare eșantion este însoțit de semnalul de răspuns (chitanță), trimis de receptor pe linia de retur. Dacă în transmisia sincronă durata transferului unui eșantion depindea de perioada semna-

lului de sincronizare, stabilită apriori, în transmisia asincronă acest parametru depinde doar de propagarea semnalului de date și de retur. Să urmărim o secvență din transmisia printr-o interfață asincronă: emițătorul livrează datele (semnalele cu nivelele respective) pe linii, iar pe o linie aparte trimite semnalul de apel „datele sînt pe linii“, receptorul primește acest semnal și strobează (citește) datele, apoi trimite semnalul-chitanță pe linia de retur „datele sînt primite, livrați următorul eșantion“. Primind chitanța, emițătorul retrage informația de pe linii și semnalul de apel, iar receptorul retrage semnalul chitanță: drept răspuns emițătorul livrează pe liniile de date următorul eșantion, apoi totul se ia de la început.

Pentru a percepe algoritmul funcționării interfeței, este util de a urmări ordinea livrării semnalelor pe diagrama temporală. Orișice tip de operație în blocurile calculatorului se însoțește cu schimburi de mesaje, adică cu transfer de date. Pentru astfel de schimb este necesar un ritual special de apel/răspuns între emițător și receptor. Acest ritual se numește algoritm sau protocol al interfeței.

Datorită cerinței de simplitate am urmărit pînă acum algoritmul simplificat al schimbului de date, dar acesta din urmă este mult mai compus și conține cererea de captare a magistralei pentru transfer, analiza priorităților, captarea magistralei și, în fine, transferul propriu-zis. Acesta este un proces cu multe trepte — o adevărată „negociere“, nu în zadar americanii l-au numit „strîngere de mînă“ (handshaking).

Circulația informației prin interfețele calculatorului ne amintește în mare măsură sistemul vascular al unui organism: cu cît vasele sînt mai aproape de centru-inimă, cu atît debitul lor e mai mare.

În această ordine de idei interfața calculatoarelor mari este un sistem ierarhic, avînd cîteva etaje. Catul cel mai înalt îl constituie interfața procesor-memorie, prin care informația circulă în format de cuvinte duble și chiar cvadruple. În catul inferior, adică la extremități, la periferice transferul de date este efectuat în regim consecutiv. Nu vom examina celelalte interfețe, menționînd totuși, că perifericele în calculatoarele mari sînt conexate prin interfața de intrare/ieșire care are 8 sau 16 ranguri.

Mini- și microcalculatoarele au cu precădere o singură interfață, care unește procesorul, memoria internă și unitățile externe — interfața de sistem. Structura, formatul, nivelele, alte performanțe ale interfeței de sistem în mare măsură depind de arhitectura procesorului, de aceea interfața de sistem a microcalculatoarelor se mai numește și procesorială.

Anume în procesor se începe interfața de sistem, la ca-

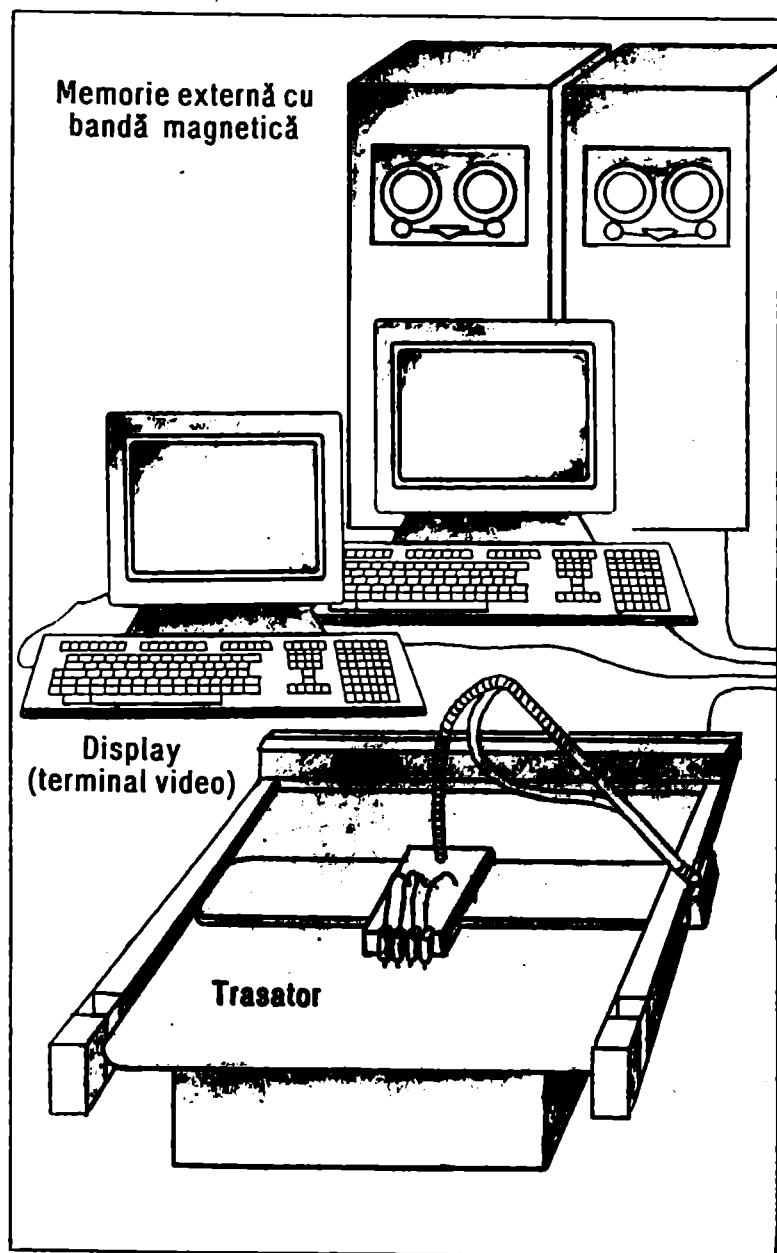
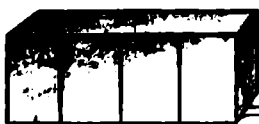
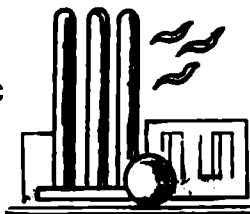


Fig. 35. Calculator cu interfață radială utilizat în tehnologia asistată.

Dispozitive de
conjugare cu
obiectul tehnologic

Obiect
tehnologic



Informația tehnologică din obiect

Comenzi
la obiect

Unitatea centrală
a calculatorului
(procesorul + me-
moria operativă)

bloc de
ramificare

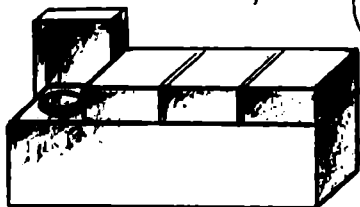


panoul de comandă

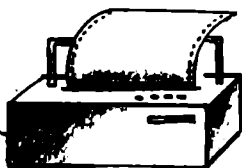
Post
de
lucru
al
operatorului



Bloc de ramificare
a interfeței



Memorie externă cu
discuri magnetice



Imprimantă

re sînt conectate perifericele. Adică nu tocmai ele, ci controlerele lor. După cum se ştie, dispozitivele externe sînt variate şi ca structură, şi ca format, şi ca algoritm de funcţionare. Unele lucrează în cod paralel, altele în serie, unele au o mare viteză de lucru, altele — mică. Pentru a conecta periferice de diferite specii la magistrala de sistem unificată, servesc controlerele. Conexiunea perifericelor la controlerele lor respective se realizează prin interfeţele mici, care se deosebesc de interfaţa de sistem (sau mare, procesorială) prin tipul transferului şi formatul datelor.

Există două interfeţe mici IRP (interfaţa radial-paralelă) şi IRS (interfaţa radial-serie). În IRP transmisia se produce în regim asincron, cîte 1 octet în eşanţon. În interfaţa IRS transmisia cuvîntului se produce bit după bit, cuvintele fiind despărţite prin biţii de start şi de stop.

Sînt de aşteptat întrebări cu privire la varietatea dispozitivelor externe şi limitarea la două tipuri de interfeţe mici. În ce priveşte adaptarea interfeţelor mici la tipurile de periferice, primele au fost modificate din punct de vedere logic la tipul concret de periferie — IRP—BM (bandă magnetică), IRP—DM (disc magnetic), IRP—VT (video terminal) etc.

Conexiunea controlerului cu magistrala de sistem se face cu ajutorul cartelelor de interfaţă sau adaptoarelor. Adaptorul are forma unei plachete de circuit imprimat, care este instalată în una din prizele de interfaţă ale procesorului. Din punct de vedere structural şi logic calculatoarele ne amintesc sistemele sociale. Există calculatoare, compuse după principiul monarhic. În astfel de sisteme procesorul are drepturi nelimitate asupra perifericelor, ordonînd, care dintre acestea să facă schimb de informaţie cu el, personal dirijînd procedurile de intrare/ieşire. În astfel de calculatoare perifericele nu dispun de controlere — toate funcţiile lor sînt preluate de procesor. Pentru aceasta procesorul este obligat să reţină în memoria internă programele excitatoare ale perifericelor. Excitatoarele sînt destul de amănunţite şi voluminoase — ele ocupă un loc considerabil în memorie, limitînd posibilităţile matematice ale procesorului. În calculatoare de tip monarhic fiecare periferică este conectată la priza de interfaţă a procesorului cu cablaj individual. Astfel de calculatoare au aplicaţie în tehnologie asistată de calculator (fig. 35).

Interfaţa de sistem a calculatoarelor de tip monarhic este radială individuală. Deşi interfaţa radială (tipul 2K) dispune de înalţi indici de performanţă ca robusteţe şi fiabilitate, caracteristica ei constructivă lasă mult de dorit — conţine multe linii.

Calculatorul cu organizarea arhitecturală democratică constituie alternativa celui examinat mai sus. Calculatoarele de

acest tip dispun de o interfață de sistem ca atare — interfață magistrală. Orînduirea democratică presupune un singur suport de comunicație, comun pentru toate perifericele, care împreună cu procesorul constituie o serie de abonenți cu drept de a capta magistrala pentru a face legătură cu memoria internă sau între ele. Perifericele sînt gestionate de controleri, care conțin fiecare programul excitator al perifericei sale. Din această cauză procesorul este eliberat de obligația rînduirii operațiilor de intrare/ieșire. El dispune de excitatoare foarte scurte — care doar inițiază operațiile, iar gestiunea lor amănunțită este efectuată de controlere. Controlerul este compus din două părți funcționale: driver (excitator) și selector. Selectorul organizează accesul perifericei la magistrala comună și viceversa. Driverul preia conducerea operației de la programul driver excitator din memoria operativă, descifrează comenzile în instrucțiuni amănunțite și „încredințează” gestiunea deplină a dispozitivului periferic electronicei controlerului (hardware-ului).

Calculatoarele cu organizare monarhică a interfeței s-au manifestat în deosebi la asistarea proceselor tehnologice. Grație interfeței radiale ele sînt foarte fiabile — avaria interfeței unei periferice nu influențează asupra altor echipamente. În cazul magistralei comune o astfel de avarie scoate din funcțiune tot suportul de transmisie, paralizînd sistemul de calcul. De aceea calculatoarele de tip monarhic se aplică pe larg în domeniul industriei chimice, energetice etc. Exemplul unui astfel de calculator este prezentat în fig. 35. O parte integrantă obligatorie pentru calculatorul de comandă o constituie suportul de conjugare cu obiectul tehnologic — un hardware specializat pentru adaptarea sistemului numeric la „limbajul” tehnologiei: volți m^3 , Kg, A, calorii etc. Adeseori suportul de conjugare cu obiectul ocupă un volum de cîteva ori mai mare decît calculatorul propriu-zis.

Calculatoarele cu organizare democratică a interfeței se aplică cu precădere în sistemele de culegere a datelor, economice, statistice. Interfața gen magistrală comună a fost pusă la baza calculatoarelor de uz personal — așa-ziselor personale.

Personaliera este un calculator de configurație mică sub aspectul ei funcțional, proporțiilor geometrice, resurselor programate, cu alte cuvinte și ca hardware și ca software. Baza personalierei o constituie microprocesorul, iar periferia este orientată spre a oferi utilizatorului cele mai variate posibilități pentru soluționarea problemelor științifice, economice, didactice, distractive...

Microprocesorul este un procesor încorporat într-o pastilă, adică este un procesor în varianta de circuit integrat. Cert este

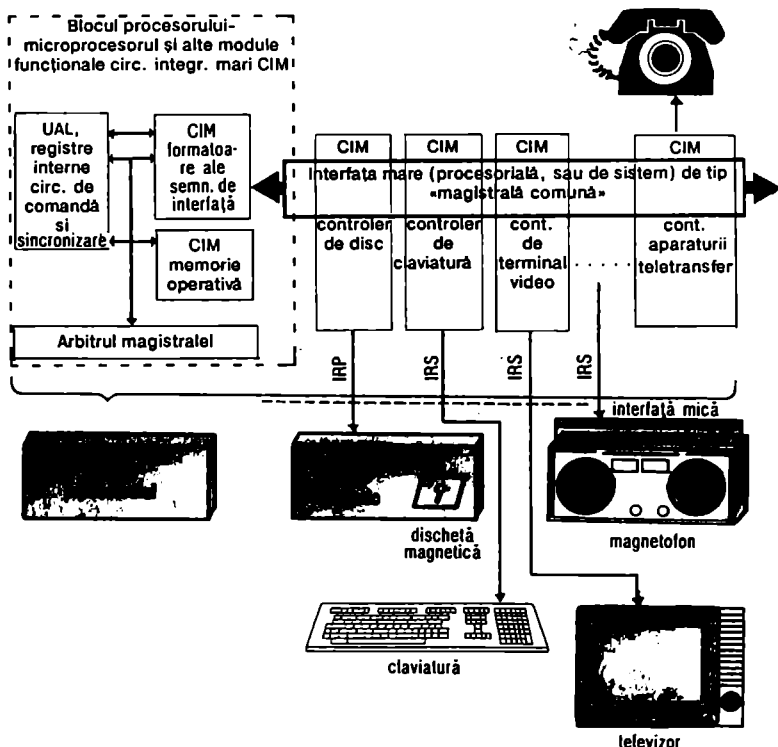


Fig. 36. Personalieră cu interfață de sistem de tip „magistrală comună”

că un singur element al sistemului de calcul nu poate îndeplini toate funcțiile necesare — mai există blocurile funcționale microprocesoare: controlerul de întreruperi, controlerul dispozitivelor externe, blocurile de interfață. Fiecare din ele este încorporat în capsulă aparte și dispune de un sistem unificat de conexiune la magistrala comună. Aceste blocuri microprocesoare, numite moduli, alcătuiesc setul de bază al microprocesorului. Acest set este numit și complet, sistem microprocesor. Combinând în diferite seturi completul de bază al microprocesorului, putem crea sisteme de calcul de diferite configurații.

Din punctul de vedere al hardware-ului, personaliera nu e decât un set de moduli funcționale microprocesoare, la care sînt conectate perifericele — claviatura, monitorul video, imprimanta — tot ce e prezentat în fig. 36. Inseși microprocesoarele nu constituie un aparat, utilizat de sine stătător, — ele sînt doar elementele de bază ale sistemelor de comandă numerică, de automatizare a experimentului. Înșușirile și caracteristicile sistemului de microprocesoare sînt pe deplin determinate de

echipamentele periferice. În acest context vom remarca faptul că microcalculatorul este una din variatele specii ale sistemelor de microprocesoare. În fig. 36 este înfățișată o variantă ipotetică a microcalculatorului gen personalieră. Vom urmări unele amănunte referitoare la interfață. Suportul standardizat de comunicație, magistrala comună, întrunește toate perifericele conexe la ea prin intermediul controlerelor. Magistrala de sistem este înfățișată fără a reliefa subinterfețele de date, de adresă și de control. Magistrala de adresă și cea de date în unele calculatoare sînt împreunate, iar cumulara ambelor funcții se produce în regim de divizare a timpului.

Toate unitățile pretind la captarea magistralei pentru transfer de informație. Numai memoria internă nu solicită magistrala, fiind unitate pasivă. Controlerele sînt înfățișate convențional de-a lungul magistralei de sistem, în realitate această magistrală trece prin carcasa blocului procesorului, iar ele reprezintă plachete cu cablaj imprimat, fixate în prize de interfață. Unele controlere sînt constructiv unite cu periferica disponibilă, și în astfel de cazuri magistrala comună este prelungită în afara blocului procesorului pînă la controlerul autonom. După cum se vede din fig. 36, perifericele sînt conectate la controlere prin interfața mică — IRP și IRS. IRS este utilizat mai cu seamă în cazurile, cînd necesită instalarea unor periferice la distanță.

Toate aceste echipamente (hardvare) sînt elementele unui ansamblu, care poate fi însuflețit numai cu ajutorul suportului logic (softvare) — „instruirea“ calculatorului.

„ERUDIȚIA“ CALCULATORULUI

Mutul știe toate limbile (Proverb românesc).

Cînd în calculator nu sînt puse grăunțele înțelepciunii umane, el e mort. Consumă curent din rețea, însă nu poate face nimic, atît timp cît memoria operativă e deșartă. Cum să-l facem să lucreze în folosul nostru ?

Pentru ca să tragem foloase din calculator, trebuie să-i dăm un minimum de cunoștințe, adică să-i înregistrăm în memorie anumite programe. Care programe, pentru care funcții, cum și unde să le înscriem — aceste probleme țin de structura resurselor programate (softvare), nu în zadar adeseori softvare-ul costă mai mult decît hardware-ul. Căci calculatorul, după cum îl tratăm noi, este filiala locului de lucru al gîndurilor noastre, și eficiența utilizării lui depinde în mare măsură de conținutul acestor gînduri. Calculatorul trebuie tratat ca o îmbinare armonică a mijloacelor tehnice și logice. Practica ne arată, că perfecționarea aparaturii condiționează aplicarea programelor mai perfecte și în general aceste două componente ale subiectului computer se stimulează reciproc, reprezentînd progresul informatizării.

CE TREBUIE SĂ „ȘTIE“ CALCULATORUL PENTRU A NE FI DE FOLOS ?

Concepția lui John von Neumann că mașina de calcul este un dispozitiv automat, care funcționează conform programului, stocat în memoria proprie, a fost pusă la baza tuturor generațiilor următoare de calculatoare. Actualmente experien-

ta, acumulată în elaborarea suportului logic al calculatorului, distinge totalul programelor aplicative pentru diverse probleme tipice și arsenalul metodicii elaborării acestor programe. Aname în astfel de componență este tratată „erudiția“ calculatorului, ceea ce se înțelege sub noțiunea de softvare sau resurs programat.

Temelia resurselor programate (programaturii) calculatorului o constituie sistemul de operare — o totalitate de programe, destinate conducerii procesului de calcul, controlului memorării programelor, comandai unităților externe ale calculatorului, distribuției problemelor, gestiunii lucrărilor etc.

Aname cu ajutorul sistemului de operare utilizatorul capătă acces la depozitul de date și programe — în memoria externă, deoarece căutarea datelor în imensele masive de informație fără intermediul sistemului de operare este o problemă extrem de dificilă, dacă nu chiar imposibilă pentru un utilizator fără o pregătire specială. Pe seama utilizatorului rămâne doar determinarea problemei aplicative, reprezentate de el în formă de program aplicativ. Dar și acesta din urmă nu poate fi compus fără de participarea nemijlocită a sistemului de operare. Fără a face uz de sistemul de operare utilizatorul ar fi nevoit să introducă fiecare comandă în limbaj de mașină, adică în cod binar, să prevadă pentru fiecare fragment de program rezervarea memoriei interne ori externe, ceea ce ar complica pînă la imposibil lucrul lui.

Să ne închipuim, că îi dăm cuiva asemenea instrucțiuni : „Fă un pas înainte, încă unul, încă unul..., ridică mîna, găsește obiectul, găsește următorul spre stînga, următorul, apucă-l, fă un pas înapoi, încă unul,... pune obiectul“. În caz că executantul acțiunilor e mai dezghețat, este suficient să-i dăm comanda : „Adă-mi de pe raft cartea a treia din stînga“. Pentru un executant mai deștept ordinul este și mai succint : „Adă-mi „Comedia umană“ de Balsac, volumul 1“.

În primul exemplu avem de-a face cu un orb, căruia trebuie să-i programăm fiecare pas (ceea ce e adecvat programării în limbaj de mașină). În cazul al doilea executantul vede, traduce de sine stătător ordinul în microinstrucțiuni, dar este analfabet (ceea ce corespunde unui sistem de operare de mîna a doua). În cazul al treilea avem la dispoziție un executant priceput și erudit (cu un sistem de operare perfect), care are o memorie vastă, încărcată cu subprograme, și care se pricepe să le extragă la moment pentru executare.

Priceperea, „dibăcia“ calculatorului este determinată de sistemul de operare. Cu cît acesta este mai bogat în componente, cu atît mai mare este ajutorul acordat utilizatorului la programarea problemelor aplicative. Judecînd astfel, putem înțelege

de ce programarea primelor calculatoare era înfăptuită de colective întregi de programatori, analiști în timp de multe zile. Aceleași probleme pot fi programate la calculatoare moderne, pot fi realizate de un singur utilizator cu o experiență mai mică. Acest mare avantaj noi îl datorăm sistemului de operare, în care este concentrată toată experiența mai multor generații de programatori și matematicieni pentru mai multe generații de calculatoare.

Cu toate că există o amplă gamă de sisteme de operare, ele au întotdeauna o trăsătură comună : de a servi drept intermediar sau o interfață intelectuală între utilizator și mașinăria (hardware) calculatorului.

Pentru a fi înțelese de mașină și executabile, programele trebuie înfățișate în formă de succesiune de coduri binare. Totodată pentru a-i ușura activitatea utilizatorului, sînt aplicate limbaje de programare evolute, în care utilizatorul își exprimă ideile cu privire la problema curentă. Traducerea, tălmăcirea ideilor utilizatorului în pași elementari, exprimați prin unice coduri binare, este înfăptuită de sistemul de operare, care conține în acest scop programe speciale, numite asamblatoare, compilatoare și interpretatoare.

Asambloarele și compilatoarele translează în întregime programul-sursă și apoi îl execută. Programul interpretator poate transla și executa aparte fiecare comandă a programului-sursă. Procesele translării și executării programelor sînt însoțite de apeluri, trimiteri la programe speciale ale sistemului de operare — biblioteci de sistem, programe utilitare, care, împreună cu programele transatoare, sînt manevrate de programe coordonatoare — monitoare, supervizoare etc.

Modularitatea calculatorului se referă nu numai la hardware, dar și la software — programele sistemului de operare, cu toate că sînt interdependente, se păstrează în formă de module înregistrate fiecare în fișierul său aparte. Fiecare fișier are nume și caracteristică, înscrise în marcatoare la începutul și sfîrșitul fișierului. Marcatoarele servesc pentru a asigura accesul la fișier. După cum vedem, este vorba despre un anumit sistem de recunoaștere a formelor, unde toate atributele căutate sînt rînduite aidoma cărților în bibliotecă sau medicamentelor în farmacie, fiecare cu eticheta sa.

Și dacă am aflat cum sînt păstrate modulele programate, să aruncăm o privire la conținutul modulelor sistemului de operare. Să începem de la nivelul cel mai apropiat de aparatură — programele excitatoare.

PROGRAMELE EXCITATOARE

Pentru a comanda perifericele, acestea din urmă sînt dotate cu anumite blocuri funcționale. În primul rînd putem distinge registrul unității externe, destinat schimbului de informație cu alte unități ale calculatorului prin magistrala de date. Acest registru are adresă de sistem. Pentru a căpăta acces la registrul perifericeii, el trebuie adresat. Acest proces se înfăptuiește prin trimiterea în magistrala de adrese a codului adresei registrului. La acest cod reacționează (răspunde) selectorul de adrese al perifericeii, conectînd prin circuite logice registrul cu magistrala de date.

Prezența registrului și selectorului de adresă în unitatea periferică nu e suficientă pentru a organiza schimbul de date. Este necesar încă un bloc important — registrul stării unității externe, în care se păstrează cuvîntul de stare a perifericeii. Citind acest cuvînt, se poate afla, dacă unitatea adresată este neocupată, neavariată. Pentru a începe lucrul cu unitatea externă, este necesar un anumit ritual, care ar putea fi descris alegoric cam astfel :

- dați-mi cutare dispozitiv
- dispozitivul cutare ascultă
- sînteți în formă ? Nu sînteți ocupat ?
- liber și în stare bună
- deschideți-vă registrul — veți primi o depeșă
- bine, registrul e deschis, trimiteți primul bloc de date.

În calculatoarele realizate pe sisteme microprocesoare astfel de registre se numesc porți : poarta de intrare, poarta de ieșire, poarta de stare și poarta de comandă.

Am urmărit astfel, ce componente funcționale sînt necesare pentru realizarea unei operații cu o unitate periferică. Să vedem, ce anume este necesar din partea softvare, adică ce program excitator acționează periferica dată.

Programele care organizează accesul la unitățile externe sînt numite excitatoare sau drivere. Ele sînt supuse programului monitor, care are rolul de supraveghetor în tot sistemul de operare. Programa monitor organizează accesul perifericeilor din partea programelor de sistem sau aplicative. Însăși denumirea engleză driver (șofer) ne vorbește despre menirea programului, compus din comenzi elementare, care îi prescriu perifericeii ce anume și în ce ordine trebuie executat.

Volumul driverului depinde de caracteristica perifericeii. De exemplu, imprimanta, algoritmul funcționării căreia este simplu, poate fi compus din circa zece cuvinte, conținînd poziționarea adresei registrului tampon și a registrului stării

imprimantei, transferul în registrul-tampon al codurilor simbolurilor alfanumerice.

Excitantul unității de memorie cu disc magnetic este mult mai complicat, deoarece în funcțiile lui sînt incluse operațiile de determinare a adresei accesului direct la memoria, determinarea pistei depozitionarea, determinarea sectorului, citirea (scrierea) sectorului. Un asemenea driver poate conține cîteva subrutine aparte : start, introducerea datelor de pe claviatură, afișarea lor pe ecranul tubului catodic, imprimarea datelor, perforația datelor citite pe disc, introducerea de pe lectorul fotoelectric, selecția discului, poziționarea numărului pistei, sectorului, poziționarea accesului direct la memorie, citirea de pe disc, înscrisura pe disc etc. Cu aceasta excitatorul nu se termină. Pe lîngă programul-driver există și aparatura-driver, care intră în componența controlerului, periferice. În controler se produce decodificarea comenzilor driverului programat în semnale, care acționează blocuri electronice concrete.

Excitatoarele unităților externe sînt înregistrate în fișiere aparte pe discul suport al sistemului de operare. Acest disc constituind rezidența sistemului de operare, cel mai intens interacționează cu memoria operativă.

Pentru a căpăta acces la unitatea externă, trebuie încărcat driverul ei în memoria operativă. Driverul dispozitivului, care este folosit mai frecvent decît altele (ca, de exemplu, al discului de sistem), trebuie păstrat în memoria internă în tot timpul lucrului calculatorului. Acest driver al suportului de sistem, la fel ca și alte programe, necesare pentru funcționarea în ansamblu a unităților calculatorului, este amplasat în partea rezidentă a monitorului. Partea rezidentă este aceea, rezidența stabilă a căreia este memoria operativă.

MONITORUL

Funcția acestui subsistem de software poate fi ușor definită din traducerea directă a denumirii engleze (monitor-mentor, sfetnic). De regulă, există cîteva monitoare, însă ele toate au același scop : comanda fluxului de intrare/ieșire, gestionarea programelor de sistem, care lucrează, realizînd programele utilizatorului. Dar dacă scopul e unic, de ce să avem mai multe monitoare ? Vorba este despre diferite regimuri de lucru ale calculatorului — monoprobemă, multiprobemă în timp real și altele. Existența a cîteva monitoare contribuie la încărcarea optimă a aparaturii calculatorului pentru diferite cazuri de configurații a perifericelor. Monitoarele ocupă diferite măriimi de spațiu al memoriei în dependență de complexitatea regimului deservit și pot fi utilizate în calculatoarele cu memorie

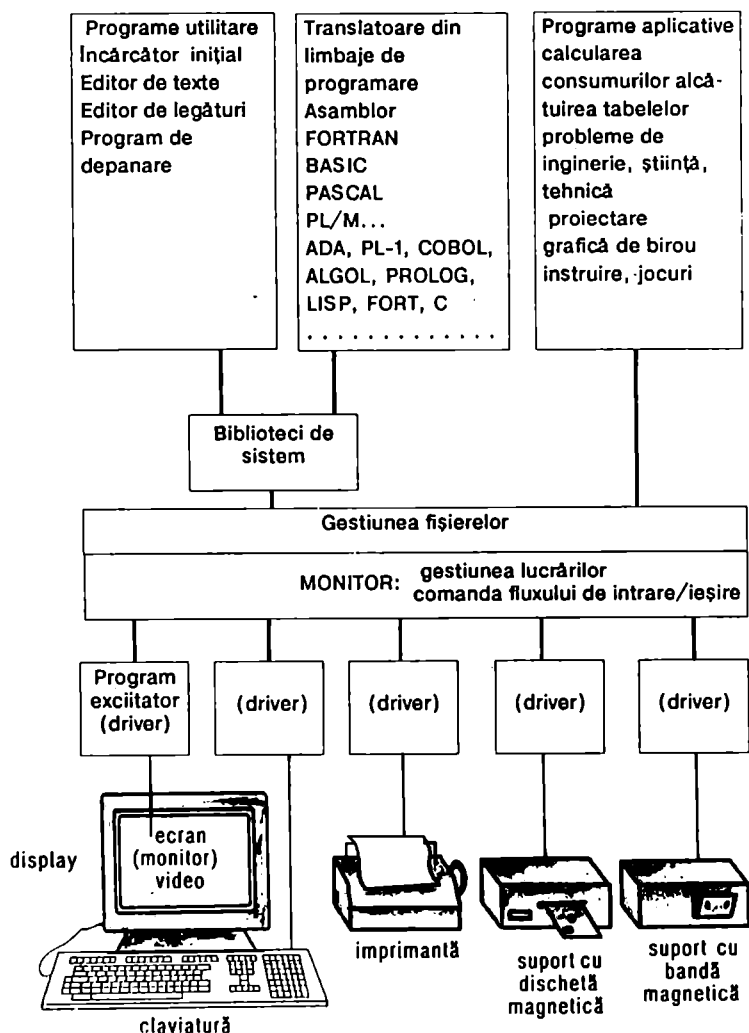


Fig. 37. Componența resurselor programate ale calculatorului de tip personalieră.

operativă de volum suficient. Cel mai puțin voluminos este monitorul rezident, care întotdeauna este prezent în memoria internă fie de unul singur, fie în componența altor monitoare mai compuse.

Fiecare monitor lucrează cu un anumit set de excitatoare. Monitoarele sînt păstrate în fișiere aparte pe suportul de sistem sau pe suportul rezident (discheta magnetică). Monitorul rezident este aplicat și în variantele calculatoarelor fără de disc.

În asemenea cazuri monitorul împreună cu programele necesare este încărcat în memoria internă de pe lectorul fotoelectric, bandă magnetică ori din canalele de comunicație.

SISTEMUL DE GESTIONARE AL FIȘIERELOR

Datorită cerinței de standardizare a formei de orînduire a informației și utilizării în acest scop a sistemului de fișiere, programele de gestionare a fișierelor capătă o deosebită importanță, reprezentînd un subsistem întreg. Acesta din urmă face parte din componența monitorului, însă poate fi tratat și ca un modul autonom al sistemului de operare (fig. 37).

Principalele operații, efectuate cu ajutorul sistemului de gestionare a fișierelor, sînt deschiderea fișierului (căpătarea accesului) la fișierul, înregistrat pe disc, crearea unui fișier nou, renominarea fișierului, suprimarea (nimicirea) fișierului.

În acest cadru trebuie menționat că operațiile enumerate mai sus sînt cele mai frecvent solicitate de utilizator, care de fiecare dată, cînd rezolvă o problemă, are nevoie de a înscrie mersul, rezultatul problemei, pentru a se putea reveni periodic la el.

Sistemul standardizat de gestionare a fișierelor este unic pentru toate suporturile cu disc și în general pentru orice unități de memorie externă. Structura fișierului poate fi prezentată ca o succesiune de blocuri de lungime fixă (512 octeți) la care ne putem adresa după numărul de ordine. Informația despre fiecare fișier — numele, tipul, localizarea pe suport etc. — este inclusă într-o tabelă, numită catalog. Fiecare suport fizic de memorie are un catalog cu fișiere.

În sistemul de gestionare a fișierelor sînt introduse și programe pentru gestionarea fișierelor de lungime variabilă. Recent s-a menționat că astfel de fișiere sînt folosite în suporturile cu bandă magnetică. Programe de lucru cu fișiere de lungime ne-standardizată sînt prevăzute și în excitatoarele unităților de memorie respective.

BIBLIOTECILE DE SISTEM

Comoditatea utilizării calculatorului la soluționarea problemelor de tot felul se va simți numai făcînd uz de sistemul de operare. În caz contrar procesul alcătuirii programelor, al introducerii, prelucrării, extragerii rezultatelor ar fi fost cît se poate de laborios. Aplicarea sistemului de operare este în deosebi de eficace în procesele cînd programele-module ale sistemului de operare singure, în mod automat, obțin acces la resursele monitorului și excitatoarelor unităților externe. Pen-

tru a organiza legătura între monitor, excitatoare și programele de sistem sînt prevăzute bibliotecile de sistem.

De obicei există mai multe biblioteci de sistem — după numărul de limbaje de programare.

Bibliotecile de sistem conțin informații despre toate componentele monitorului și ale driverelor și deservesc programele de sistem sau aplicative, dîndu-ne posibilitatea de a fi la curent referitor la configurația sistemului de calcul, la tipul și putințele monitorului, admițînd accesul la fișiere, efectuînd operații de intrare/ieșire etc.

Sistemul de operare, prezentat schematic în fig. 37, are o structură stratificată, unde putem enumera consecutiv, începînd de jos în sus, excitatoarele, monitorul, sistemul de gestiune a fișierelor, după aceea biblioteca de sistem și, în sfîrșit, programele utilitare de sistem și translatoarele din limbaje de programare.

Translatoarele transformă comenzile din formă mnemonică a limbajului de programare, folosit de utilizator, în codurile binare ale limbajului de mașină. Mnemonica (în grecește semnifică arta de memorare) este o totalitate de procedee care ne ajută să reținem în minte tot felul de date, știri. În software-ul calculatorului sînt folosite expresii mnemonice sau mnemocoduri pentru notația simbolică a comenzilor. La baza lor este pusă terminologia engleză. Cuvintele englezești sînt selectate după sensul, adecvat conținutului operației comandate a programului sau procedurii respective. De exemplu, comanda, care inițiază subrutina calculării valorii absolute a lui X este notată convențional ca $ABS\ X$, iar a sinusului — $SIN\ X$. Printre expresiile mnemonice se întîlnesc astfel de cuvinte, ca $GO\ TO$, $PRINT$, $CONTINUE$, $DATA$, D/M (DIMENTION) și multe altele. Sensul lor concret din limba engleză înlesnește memorarea mai trainică însoțită de perceperea esenței înscrierilor. Unica incomoditate o constituie terminologia engleză. Însă e destul să ne imaginăm efortul de a reține aceeași comandă în cod numeric (unul sau cîteva cuvinte în cod binar !), ca să estimăm avantajul mnemonicii.

Traducerea expresiilor mnemonice în cod binar se produce cu ajutorul programului-translator. Translatorul analizează semantica cuvîntului comenzii (conținutul de idei), adică abreviatura frazei englezești, și livrează codul binar adecvat. Cum se procedează ?

De regulă, comenzile se împart în instrucțiuni și directive. Instrucțiunile se traduc nemijlocit în cod binar, pentru care cauză fiecărei comenzi i se atribuie un cod binar. Translarea directivelor constă în trecerea la subrutină, care poate fi destul de voluminoasă. Luînd în considerație faptul că toate resursele

calculatorului sînt orientate spre facilitarea procesului de programare, prevăzînd și minimalizarea lungimii programelor, în programul elaborat nu se includ în întregime subrutinele standardizate. Pentru păstrarea subrutinelor este destinată biblioteca de sistem. Adresarea la bibliotecă se produce printr-un algoritm special, cu ajutorul unor etichete (marcări) speciale, care indică adresa subrutinei în bibliotecă.

În bibliotecile de sistem sînt înmagazinate subrutinele, aplicate la translarea programelor, scrise în limbaje evolute (limbaje de nivel înalt). De aceea limbajele evolute sînt succinte, iar programele compacte, pentru că comenzilor laconice le corespund subrutine amănunțite, care măresc de cîteva ori programele translate în comparație cu programele surse. În aceasta constă diviziunea muncii între calculator și utilizator, cînd calculatorul ia asupra sa greul lucrului rutinar, oferindu-i utilizatorului privilegiile de a fi doar inițiatorul ideilor. Realizarea acestei diviziuni se datorește faptului că pentru fiecare directivă în limbaj înalt translatorul „scoate din arhivă” — din biblioteca de sistem — subrutina respectivă. Bibliotecile de sistem se păstrează în fișiere pe discul de sistem.

Ce trebuie să știm și să facem pentru a lucra cu calculatorul ?

1. În primul rînd e necesar să avem o problemă ;
2. Să știm a programa ;
3. Să putem introduce, redacta și transla programul sursă, elaborat anterior ;
4. Să ne putem folosi de sistemul de gestiune al fișierelor.

În privința limbajelor ar fi bine să știm cel puțin unul. Pe cît de numeroase sînt modelele de calculatoare, pe atît de multe sînt și limbajele. Nu trebuie să se creadă că pentru fiecare model de calculator există un limbaj deosebit, specific. Sînt limbaje comune pentru toate calculatoarele. De obicei, anume aceste limbaje sînt studiate la cursurile facultative pentru utilizatori amatori. După astfel de cursuri amatorul însușește programarea pe hîrtie, livrînd cîteva programe ale rezolvării unor probleme elementare.

În primele sale lucrări practice la calculator utilizatorul amator se va familiariza cu claviatura, ecranul tubului catodic, se va deprinde să introducă programul în calculator și să acționeze programele de sistem în scopul prelucrării lor.

Alegerea limbajului depinde în întregime de tipul calculatorului cu care va lucra utilizatorul. Oricare calculator are în arsenalul resurselor sale de software cîteva limbaje. Ele pot fi împărțite în trei nivele : limbaje de mașină, limbaje de asamblare și limbaje de nivel înalt.

Limbajul de mașină, precum a fost menționat, este codul binar. Oricare ar fi limbajul în care este descris programul utili-

zatorului, acest program nu va fi prelucrat de calculator pînă nu va fi efectuată translarea lui în limbaj de mașină. Numai codul binar este înțeles de aparatura calculatorului, care este alcătuită din circuite logice adaptate numai la semnalele de nivele logice 1 și 0.

Programul, elaborat și introdus de utilizator în calculator, este numit sursă, sau modul-sursă, iar programul, executat de mijloacele tehnice ale calculatorului — program de obiect, sau modul-obiect.

Programarea în limbaj de mașină este rar întîlnită; ea se aplică numai la elaborarea unor resurse programate noi, de exemplu un driver pentru o periferică de tip nou. Astfel de lucrări nu țin de competența utilizatorilor de mîină medie și cer de la programator cunoașterea tuturor particularităților organizației interne a calculatorului. Acest lucru este în puterea programatorilor de sistem, iar pentru utilizatorul de rînd rămîne a fi o „magie neagră“, el nu învață limbajul mașinii, care lui nici nu-i trebuie.

Limbajul de asamblare este tot un limbaj de nivel jos, însă e mult mai comod decît codurile numerice. Asamblorul folosește expresii mnemonice, care redau în măsura maximal posibilă esența operațiilor comandate. Mnemonica, sau mnemocodul, asamblorului este compusă din abrevieri ale cuvintelor englezești. De exemplu MOV (de la MOVE — a transfera), CMP (de la COMPARE — a compara), INC (de la INCREMENT — creștere), DEC (de la DECREMENT — descreștere) și altele.

Limbajele de nivel coborît redau în mod vădit structura hardware-ului mașinii și condiționează comanda nemijlocită a funcționării calculatorului. De aceea astfel de limbaje mai sînt numite orientate la calculator. Fiecare model de calculator are limbajul său numeric și asamblor. Calculatoarele cu asamblare diferite sînt considerate incompatibile, iar programele scrise în limbajul de asamblare al unuia nu pot fi executate de alt calculator. În fine, așa mașini „nu se înțeleg“. Pentru a înlesni compatibilitatea calculatoarelor și a facilita lucrul utilizatorului, au fost create limbaje evolute. Programele, scrise în aceste limbaje, pot fi executate de calculatoare incompatibile ca arhitectură, deci cu diferite sisteme de comenzi. Aceste limbaje nu reflectă structura calculatorului, dar algoritmul programului, ceea ce le-a dat a doua denumire — limbaje algoritmice. Actualmente sînt frecvent în uz și au un bogat tezaur de resurse programate limbajele algoritmice ALGOL, PL/1, APL, FORTRAN, BASIC, PASCAL, PL/m, COBOL, FORT, PROLOG, LISP, ADA, ȘI și altele.

Limbajele algoritmice măresc eficiența lucrului programa-

torului, accelerînd considerabil procesul elaborării produselor programate. Programele în aceste limbaje sînt compacte, succinte, pot fi ușor citite și înțelese, ceea ce denotă încă o dată orientarea lor spre utilizator.

Limbajul împreună cu programul-translator constituie un sistem de programare. Programul translator dispune de anumite liste de convenții, în care fiecărei expresii din arsenalul limbajului i se atribuie codul binar al instrucțiunii sau adresa subrutinei. Translatorul prelucrează programul-sursă, examinînd consecutiv scrierile și alcătuiind programul-obiect din codurile extrase din tabele și din bibliotecile sistemului, cum a fost relatat recent.

Avînd problema formulată, urmează să alegem limbajul de programare. Care anume, dacă în resursele calculatorului sînt cel puțin 4 limbaje diferite? Alegerea limbajului este determinată de conținutul problemei și de caracteristicile limbajelor algoritmice. Dacă, de exemplu, în problemă un mare loc ocupă diverse calcule matematice, se dă preferință limbajelor BASIC, PASCAL ori FORTRAN, iar dacă problema ține de domeniul conducerii, mai potrivit este limbajul PL/M.

Unul dintre primele limbaje, care s-a bucurat de o mare popularitate și a dominat în primele generații de calculatoare, este ALGOL—60 (de la englezescul ALGOritmic Language) (Limbaj algoritmic). Dacă este necesar de a calcula suma

$\sum_{i=1}^{100} x_i$, programul în ALGOL trebuie să conțină astfel de expresii :

S:=0 ; FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 100 DO
S:=S+X[i]

Fără a avea cunoștințe speciale pe baza celor mai generale idei despre gramatica engleză, putem analiza textul prezentat, ca să determinăm că un oarecare obiect S la început capătă valoarea de 0, după ce în regim de ciclu își mărește valoarea cu X[i], unde i capătă valorile de 1, 2, 3,... 100 cu pasul de incrementare 1. Limbajul ALGOL—60 este orientat cu precădere spre descrierea problemelor matematice.

Actualmente se utilizează pe scară largă un alt limbaj, orientat spre matematică — FORTRAN (de la FORMula TRANslator — translator de formule). Același program în limbajul FORTRAN are astfel de înfățișare

S=0.0
DO 10=1, 100, 1

În primul rînd este definită valoarea inițială S[0]. În rîndul al doilea este înscrisă instrucțiunea DO, aplicată pentru multipla repetare a procedurii cu parametrii.

$$DO \ nI = m_1, m_2, m_3,$$

unde n este eticheta ultimei instrucțiuni din ciclu, I — variabilă întreagă fără index (parametrul ciclului), m_1 și m_2 — valorile inițială și finală ale parametrului ciclului, m_3 — pasul de incrementare al ciclului (dacă el este egal cu 1, înscrierea lui nu e obligatorie). Sensul instrucțiunii ciclului poate fi exprimat astfel: de executat consecutivitatea de operații, începînd cu instrucțiunea care urmează nemijlocit după instrucțiunea DO și terminînd cu instrucțiunea cu eticheta n pentru I variabil în scara de la m_1 pînă la m_2 cu pasul de m_3 . Pentru a programa în limbajul ales, trebuie însușit alfabetul, structura sintactică, semnificația mnemonicii, sensul instrucțiunilor regulile înscrierii simbolurilor, cuvintelor, expresiilor și a propozițiilor. Mnemonica elementelor sintactice de obicei este destul de simplă. Nu e greu de înțeles sensul unor așa instrucțiuni: $GOTO$ — mergi spre, $CONTINUE$ — continuă, $READ$ — citește, LET — fie, admitem, IF — dacă etc.

Datele în textele algoritmilor sînt prezentate în formă de variabile și constante. Variabilele sînt însemnate cu litere, iar valoarea lor numerică poate fi modificată pe parcursul programului. Asupra datelor sînt aplicate diverse operații însemnate cu anumite simboluri $+$, $-$, $*$, $/$, $**$, etc. De exemplu, expresia algebrică

$$6A + B (C - D)$$

3

poate fi descrisă în $FORTRAN$ în felul următor:

$$(A + B * (C - D) ** 3) / 3.$$

Textul programului se compune din propoziții, numite de asemenea instrucțiuni. Printre ele distingem instrucțiuni de delimitare, de declarare și de execuție (executabile).

Instrucțiunile de delimitare servesc la evidențierea textului programului. Astfel, în limbajul $PL/1$ oricare program începe cu inscripția $PROCEDURE$ și se termină cu END . Aproape același rol îl au în limbajul $PASCAL$ instrucțiunile $BEGIN$ și END .

Instrucțiunile de declarare sînt folosite la caracterizarea obiectelor cu care operează algoritmul. Iată, de exemplu, cum se declară că X este un vector cu 100 de elemente:

$FORTRAN$: $DIMENSION \ X \ (100)$

$PL/1$: $DECLARE \ X \ (100)$

În $PL/1$ este utilizat încă un tip de descriptor, prin care se poate însemna că rîndul textual A conține doar 10 simboluri

$DECLARE \ A \ CHARACTER \ (10)$

Instrucțiunile executabile descriu acțiunile care urmează să fie executate în cursul prelucrării programului dat. Printre

ele pot fi remarcate instrucțiuni de asignare (atribuire), de salt, de comparare, de intrare/ieșire.

Instrucțiunea de asignare îi atribuie unei variabile o valoare. Adeseori valoarea este determinată ca rezultatul unei operații, descrise de o expresie

$$X = A + B/2,$$

ceea ce prescrie să fie calculat $A + B/2$ și valoarea rezultatului obținut să fie atribuită variabilei X .

Frecvent este utilizată și o astfel de formă descriptivă :

$$X := X + A.$$

În matematică o astfel de expresie ar fi considerată un nonsens. În programare, însă, așa inscripție este admisă și ea are sensul următor : valoarea variabilei X să se incrementeze cu valoarea A . Valoarea precedentă a lui X își pierde valabilitatea ; variabilei X i se atribuie noua valoare, egală cu rezultatul incrementului.

Instrucțiunile de salt schimbă mersul inițial al programului în dependență de anumite condiții, care apar pe parcursul executării. Există și salturi necondiționate. În așa cazuri se scrie :

GOTO N,

ceea ce înseamnă că comanda i se transmite instrucțiunii, care poate fi găsită după eticheta N . De exemplu, **GOTO 100** constituie saltul necondiționat la eticheta **100**, unde este localizată următoarea instrucțiune. Să ne amintim totodată că în limbajele de programare zero se înseamnă cu caracterul 0, spre deosebire de simbolul alfabetic 0.

Instrucțiunile de comparare sînt utilizate pentru analiza condițiilor de care depinde ordinea de mai departe a acțiunilor în program. Instrucțiunea aritmetică **IF** are forma :

IF (b) N₁, N₂, N₃,

unde simbolul b înseamnă o operație aritmetică, iar N_1 , N_2 , N_3 — etichetele instrucțiunilor executabile. Sensul instrucțiunii de comparare poate fi explicat așa : dacă rezultatul, obținut în operația aritmetică b este negativ, zero sau pozitiv, atunci comanda li se transmite instrucțiunilor respective cu etichetele de N_1 , N_2 sau N_3 . După cum vedem, în cazul dat se compară rezultatul b cu 0. De exemplu :

IF (A2+D) 5, 10, 15**

În acest caz valoarea expresiei $A^2 + D$ poate fi negativă, zero sau pozitivă, prin urmare comanda programului poate fi preluată de instrucțiunile cu eticheta de 5, 10, 15 respectiv.

Pe lângă instrucțiunea aritmetică **IF** există și prototipul ei logic, care se scrie așa :

IF (e) K₁, K₂

Instrucțiunea logică de comparare este la fel o instrucțiune de salt condiționat de valoarea rezultatului comparației, însă

în cazul dat se analizează doar două situații: se respectă ori nu condițiile puse în operația e .

$IF (B=\emptyset) K_1, K_2.$

După cum observăm, comparația logică admite doar două alternative. Aceeași instrucțiune poate fi exprimată în forma următoare:

$IF (B=\emptyset) GOTO K_1.$

Dacă în urma comparației lui B cu 0 rezultatul va fi 0, se produce un salt condiționat la instrucțiunea cu eticheta K_1 , iar dacă nu, atunci programul își continuă ordinea stabilită apriori.

În limbajele evaluate sînt multe instrucțiuni, cu ajutorul cărora se poate defini adecvat orice algoritm, reflectînd problema solicitată. Sînt instrucțiuni de descriere a masivelor de informație, adică a structurilor de date, frecvent utilizate în FORTRAN și mai ales în PASCAL.

Destul de expresivă mnemonică au instrucțiunile de intrare/ieșire, care îi asigură utilizatorului accesul la excitatoarele unităților externe și posibilitatea schimbului de informație. Acestea sînt instrucțiunile READ — citește (instrucțiune de introducere a datelor), WRITE — scrie, PRINT — imprimă (instrucțiuni de extragere a datelor).

Cu toate că mnemonica instrucțiunilor limbajelor algoritmice este destul de grăitoare, adevărata familiarizare cu ele poate fi atinsă numai în practica lucrului la pultul terminalului. Un mare avantaj îi dă viitorului utilizator și antrenamentul în algoritmizarea problemelor simple și programarea lor prealabilă (pe hîrtie) cu ajutorul unui limbaj simplu și cu o mare geografie a utilizării. În această privință cel mai recomandabil este limbajul BASIC.

BASIC ad literam nu este decît o abreviatură (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code), care denotă destinația lui inițială, — cod simbolic de instrucțiuni cu aplicare multilaterală, pentru începători. Anume așa a fost conceput acest limbaj, cînd autorii lui, colaboratori ai colegiului din Dartmouth (USA), l-au sintetizat pentru cursul introductiv de informatică în 1964. Fiind un limbaj specific, care se pretează la interacțiune de dialog, BASIC de la început nu s-a încadrat în tehnica de calcul, deoarece pe atunci nu erau încă terminale cu ecran, care ar fi putut să-i evidențieze avantajele. Însă firma General Electric, cu care colaborau autorii BASICului, și-a manifestat interesul față de noul limbaj, dirijînd dezvoltarea lui ulterioară în cadrul elaborării sistemelor interactive (de dialog utilizator-mașină) pentru calculatoarele micro, livrate de diferite firme. Astfel BASIC s-a dezvoltat în funcție de perfecționarea echipamentului periferic al microcomputerelor, asimilînd cu

timpul un variat ansamblu de mijloace de software pentru manipularea discurilor, grafică și chiar muzică computațională.

În BASIC programul se compune din instrucțiuni, fiecare din ele ocupînd un rînd aparte. Programarea cea mai eficientă se produce nemijlocit, adică nu pe hîrtie, ci de pe pultul terminalului. Fiecare rînd-instrucțiune se începe de la un număr-marcator (etichetă), care servește următoarelor scopuri :

- indicarea ordinii, în care programul-interpretator BASIC va duce lucrările ;
- schimbarea ordinii stabilite dinainte în scopul realizării instrucțiunilor de salt ;
- modificarea conținutului rîndurilor aparte și depanarea programului.

Vom aprecia cele spuse, examinînd un exemplu cît se poate de elementar — aflarea sumei $\text{Sin } 50 + 4.26^2$.

Experiența aplicării BASICului ne recomandă să nu numerotăm rîndurile-instrucțiuni cu numerație continuă, ci să admitem un oarecare pas de numerație, de exemplu 5, 10, 15, 20 etc. Dacă în timpul proiectării ulterior va apare necesitatea de a introduce un nou rînd, el va căpăta un număr intermediar între numerele rîndurilor anterior definite.

Vom urmări pas cu pas alcătuirea programului $\text{Sin } 50 + 4.26^2$

10 A=50 — atribuim variabilei A valoarea de 50

20 B=4.26 — atribuim variabilei B valoarea de 4.26

30 C=Sin A+B 2— calculăm funcția și atribuim variabilei C valoarea rezultatului obținut

40 PRINT C — imprimăm rezultatul

50 END — finele programului

Instrucțiunea urmează după numărul rîndului și-i indică programului-interpretator BASIC, ce trebuie făcut și cum trebuie interpretate datele ce urmează după mnemonica instrucțiunii. Mnemonica îi prescrie interpretatorului tipul operației : GOTO, PRINT, INPUT, READ etc. Unele instrucțiuni au un caracter descriptiv : DIMENSION, DATA, LINE și altele.

Executarea instrucțiunilor după numărul de ordine constituie regimul de program al interpretatorului BASIC. Există și al doilea regim — de calcul imediat. În acest regim nu este necesară numerotarea instrucțiunilor ; fiecare instrucțiune fără de număr este executată aparte. Inițierea operației se produce prin apăsarea tastei CR (întoarcerea carului).

BASIC dispune de mijloace de redactare destul de dezvoltate. Utilizatorul poate culege la claviatură rîndurile programului în orice ordine, sistemul însă le înscrie în ordinea convenită. Dacă este necesară substituirea rîndului, e îndeajuns să se înscrie alt rînd cu același număr de ordine. De exemplu :

Rîndul vechi
30 $A=B+C+E$

Rîndul nou
30 $A=B+C/E$

În BASIC pot fi șterse la dorința utilizatorului grupe de rînduri, rînduri aparte și simboluri aparte. Sistemul interpretator BASIC dispune de circa 26 comenzi, 100 instrucțiuni. Funcțiile interpretatorului sînt destul de variate, asigurîndu-i operarea cu numere întregi, fracționare, reale, complexe, calcularea funcțiilor trigonometrice, logaritmulor, ridicarea la putere, extragerea rădăcinii etc.

Cu toate că actualmente de la sistemul de bază BASIC, care poate fi considerat cel al firmei IBM (IBM Personal Computer BASIC) s-au ramificat diferite versiuni, instrucțiunile de bază sînt identice în toate variantele. Astfel de instrucțiuni pot fi considerate FOR și NEXT, aplicate la organizarea ciclurilor. Conform instrucțiunii FOR se înscriu două numere, semnificînd valori inițială și finală. De exemplu :

30 FOR $I=0$ TO 90 STEP 10

Valoarea inițială dată variabilei I este de 0, BASIC o compară cu valoarea finală, și, dacă nu depășește valoarea finală, BASIC incrementează valoarea lui I cu 10 (valoarea pasului de increment), după aceasta trece la următoarea instrucțiune

40 $A(I)=I$ PRINT I imprimă valoarea lui I

Prin această instrucțiune se memorează noua valoare a lui I în calculator și se imprimă valoarea pe ecran ori la imprimantă. instrucțiunea NEXT determină sfîrșitul ciclului și îi întoarce comanda instrucțiunii I

50 NEXT I

Astfel, ciclul se va repeta de 9 ori, incrementînd de fiecare dată valoarea lui I , — 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90.

În toate variantele interpretatorului este instrucțiunea de ramificare a programului, care prescrie un salt condiționat

80 IF $A=()$ THEN 150 ELSE 220

Instrucțiunea declară, că dacă valoarea variabilei A este egală cu (), atunci comanda trece instrucțiunii cu numărul de 150, iar dacă nu — instrucțiunii cu numărul de 220.

BASIC dispune de comenzi care inițiază operații ce au scopul deservirii utilizatorului în procesul programării la pult : LOAD — încarcă, DELETE — șterge, RUN — acționează programul etc. Mijloacele de extindere a limbajului sînt orientate spre însușirea noilor periferice. Au apărut astfel de instrucțiuni ca PLAY — cîntă, PAINT — vopsește, CIRCLE — desenează cerc etc.

Astăzi BASIC este utilizat pe scară largă — în toate modelele de personaliere. Remarcabil este faptul că BASIC a asimilat asistarea programată a tuturor realizărilor actuale în perifericele personalierelor.

Cu toate acestea, progresul tehnic nu stă pe loc. S-a observat că sistemul de programare BASIC capătă un caracter extensiv, condiționat de necesitatea de a include în arsenalul său noi instrucțiuni. Acest fapt a fost menționat o dată cu creșterea complexității programelor aplicative în legătură cu extinderea geografiei informaticii și a folosirii calculatoarelor micro, mai ales a acelor personal-profesionale.

În acest context informatizat, când limbajul trebuie să fie cât mai elastic, mai eficient, mai concis, s-a întrevăzut saturația și extensificarea ulterioară a limbajului BASIC și necesitatea unui limbaj cu noi calități. S-a ajuns astfel la PASCAL, care este asemănător lui, și chiar cu mijloacele sale poate sintetiza modelul logic al BASICului. Nu e lipsit de interes faptul că PASCAL are un mai mic arsenal de instrucțiuni, iar posibilitățile oferite utilizatorului sînt mai mari, în deosebi în ce privește resursele de structurare a datelor.

Să nu ne facem însă iluzii că o dată ce am învățat instrucțiunile limbajului, rezolvăm problema. Mai rămîne să-i creăm calculatorului condițiile în care el ne va sluji ca un bun prieten.

CUM SĂ-L OBLIGĂM SĂ NE SLUJEASCĂ ?

Pentru a antrena calculatorul la rezolvarea problemelor sale, utilizatorul trebuie să-i introducă programul. Deci, el trebuie anterior să programeze problema. Pentru a o programa, e necesar a se alcătui algoritmul soluționării. Pentru a alcătui algoritmul, problema trebuie formalizată. Nu e nimic nou : în primul rînd formulăm condițiile inițiale, mai apoi ce e dat, ce trebuie obținut... mersul lucrării. Iată aici se termină formalizarea problemei și se începe algoritmul.

Algoritmul este un anumit set de reguli și prescripții riguroase, care asigură soluționarea problemei într-un număr finit de pași. Cu alte cuvinte, acesta este un proces compus dintr-un număr finit de acțiuni, într-o anumită ordine, care aduce la un anumit rezultat. Analizînd mersul prezumptiv al rezolvării, utilizatorul determină, care va fi ordinea acțiunilor, ce pot fi exprimate prin anumite simboluri, strict definite, ca și acțiunile. Algoritmii se reprezintă în formă de scheme bloc, pe care putem urmări, după legăturile dintre blocuri, mersul rezolvării. Cum se poate observa din fig. 38, fiecărei operații îi corespunde un bloc de o formă anumită. Schema bloc algoritmică este baza, pe care se alcătuieste programul problemei. Programarea propriu-zisă constă în realizarea algoritmului, elaborat pe baza formalizării problemei utilizatorului, punînd în locul operațiilor prescrise de algoritm instrucțiunile din limbajul ales anterior. Astfel se obține programul-sursă.

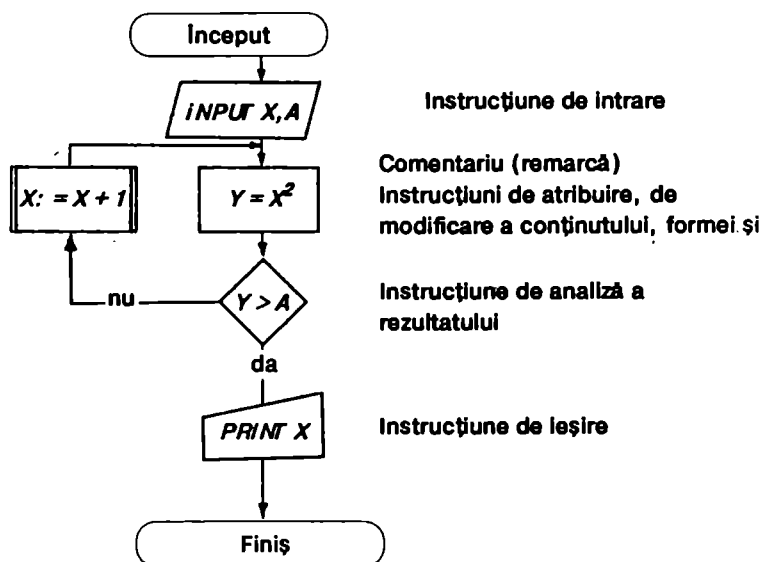


Fig. 38. Reprezentarea convențională a elementelor tipice din schema bloc a unui algoritm

Să nu se creadă că, avînd programul scris, se poate considera etapa de programare terminată. În primul rînd, în ea sînt multe greșeli. De aceea, înainte de a începe redactarea, utilizatorul trebuie să învețe cele mai elementare procedee de lucru cu calculatorul :

- să încarce sistemul de operare ;
- să producă generarea sistemului de lucru ;
- să însușească comenzile de apel ale programelor utilitare ;
- să învețe să-și deschidă un fișier pentru problema sa.

Este obligatoriu de a însuși că de prima dată rareori s-a ajuns la obținerea rezultatului. De aceea trebuie din timp de învățat cum se face crearea, nominarea, deschiderea, transcrierea și suprimarea fișierului.

Familiarizîndu-se cu principalele comenzi ale sistemului de operare, utilizatorul introduce programul în memorie, urmărind pe ecran conținutul. În procesul introducerii sînt posibile erori pe care utilizatorul le corectează, făcînd textul programului să se asemeze cu manuscrisul unui poet. Atunci în ajutor îi vine programul utilitar EDITorul de texte, care „curăță” textul, relocînd cuvinte, rînduri în locul celor șterse. Erorile desigur că nu se corectează ele pe sine. Tot utilizatorul face acest lucru pe baza cunoașterii sintaxei limbajului. Însă meritul editorului

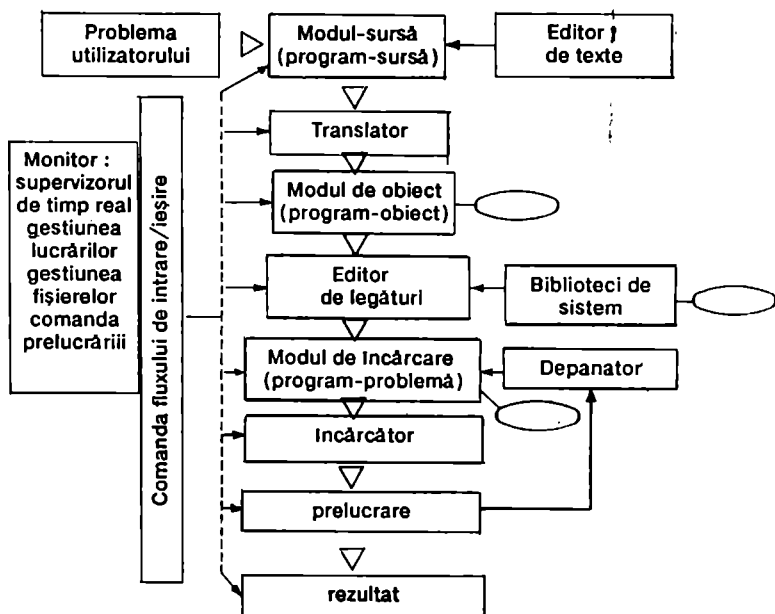


Fig. 39. Ordinea mersului procedurilor de programare și prelucrare a problemei utilizatorului

e mare, deoarece el i le arată utilizatorului (pune accente în dreptul lor) și le numără.

Calculatorul îl educă pe utilizator, cultivându-i punctualitatea, răbdarea, imaginația, rațiunea, gustul. La acest lucru contribuie în mare măsură editorul textului.

Programul corectat, redactat și gata de traducere se memorează pe disc (ori alt suport) în fișier. Sosește etapa translatarei. Translatorul, apelat cu o simplă comandă despre care utilizatorul află din descrierea sistemului de operare, translatează modulul-sursă în modulul de obiect.

De prima dată translatorul parcurge programul și găsește obiectele neidentificabile, aranjându-le într-o tabelă a numelor neidentificate. Aceste obiecte nu se translatează direct, ci numai cu ajutorul subrutinelor, localizate în biblioteca de sistem. Acolo ele, deja traduse în cod-mașină, au marcatoare (etichete), despre care „știe” un program utilitar special — editorul de legături. Implicat în prelucrare, editorul de legături determină localizarea obiectelor neidentificate în biblioteca de sistem și redactează legăturile, adică definește ordinea conlucrării programului de bază și a subrutinelor. După aceasta translatorul parcurge încă o dată modulul de obiect, însă de data aceasta „citindu-l” împreună cu subrutinele, recent găsite de editorul

legăturilor. Unind modulul obiect cu subprogramele într-o succesiune compactă de cuvinte în format de cod-mașină, translatorul după parcurgerea a doua livreează modulul de încărcare, cum este înfățișat în fig. 39. Modulul de încărcare este în prealabil memorat pe disc. Volumul lui poate fi considerabil, — adeseori mai mare decât memoria operativă, de aceea încărcarea lui în memorie spre a fi prelucrat se produce parțial, pe etape, de pe suportul extern de memorare.

Nu trebuie să se creadă că programul, odată redactat, translatat și încărcat, va fi executat din prima dată. Pot exista încă pene în modulul de încărcare. În așa caz nu trebuie să se dea vina pe programul editor. Editorul a găsit toate greșelile, însă el a corectat numai sintaxa limbajului. Sînt erori logice pe care nu le „ia“ editorul. Aici utilizatorul recurge la serviciile altui program utilitar — ale depanatorului. Programul de depanare evidențiază în ce locuri procedeele programatorului au fost contradictorii logicei, orientîndu-l pe utilizator.

Rezultatul final al tuturor etapelor este programul, care poate fi executat imediat sau memorat pe disc pentru o execuție ulterioară.

UTILIZAREA CALCULATORULUI

Chacun doit vivre de son metier.

Informaticizarea, printr-o treptată dizolvare a lumii înconjurătoare în amalgam de coduri binare, a pătruns în majoritatea sferelor activității umane, ceea ce ne mărturisește prezența calculatorului pretutindeni.

La început calculatorul și-a făcut apariția în laboratoarele științifice, care funcționau pe contul statului, și acest lucru nu e întâmplător. Automatizarea producerii este menită nu numai să ușureze, intelectualizeze munca omului, dar și să scadă prețul de cost al produselor acestei munci. Altfel ce vorbă poate fi despre facilitarea muncii, dacă produsele ei se vor scumpi? De aceea utilizatorul potențial, înainte de a cumpăra calculatorul, are de cumpănit în minte, cât are să-l coste prietenia cu acesta din urmă.

În procesele tehnologice și în gestiunea automatizată a producției calculatorul a intrat atunci, când costul lui putea de acum să fie recuperat de serviciile informatizării. Scăderea prețului de cost al calculatorului, condiționată de sporirea livrării resurselor tehnice și logice, l-au făcut accesibil și disponibil nu numai marilor întreprinderi cu probleme globale, dar și micilor diviziuni autonome în structura industrială și socială. De aceea pătrunderea totală a calculatorului pe scară largă în activitatea noastră se datează cu anii 80—90 ai secolului nostru — perioada creării diverselor tehnici digitale ieftine și eficiente: mini-microcalculatoare, microprocesoare. În ambianța constructivă a informatizării, deosebit de proeminentă este apariția calculatoarelor de clasă nouă — a personalierelor, care de la



Începutul anilor 80 au cucerit cu siguranță piața mondială. Spre această perioadă s-au văzut bine conturate următoarele domenii de utilizare a calculatorului :

- evidență contabilă, financiară, economică etc ;
- proiectare pentru construirea de mașini, arhitectură ;
- tehnologie chimică, energetică, constructoare de mașini ;
- servicii sociale ;
- învățămînt ;
- medicină ;
- educație și cultură.

Toate aceste aplicații ale tehnicilor digitale au acumulat o experiență, care a profesionalizat calculatorul, perfecționându-i periferia cu orientare spre problemele utilizării și îmbogățindu-i patrimoniul de programe. Actualmente s-au stabilit anumite sisteme specifice cu calculatoare în rol de centru intelectual de asistare :

1. Sisteme automatizate de gestiune a întreprinderii ;
2. Sisteme automatizate de informare ;
3. Tehnologie asistată de calculator ;
4. Sisteme automatizate de experiment științific.
5. Mașini cu comandă numerică ;
6. Proiectare tehnologică asistată de calculator ;
7. Sisteme flexibile de automatizare a producției.

O numeroasă clasă de aparatură cu tehnică digitală o alcătuiesc sisteme microprocesoare și calculatoarele micro, încorporate în aparate de măsură, tehnici de uz casnic, instrumente muzicale. Muzicuța de calculator nu numai bate cadența, dar și „prinde“ armonia acompaniamentului și chiar face improvizații. Cunoscutul compozitor și cântăreț de muzică rock Diter Bolen fără calculator nu ar fi fost vedetă în rock, deoarece toate cîntecele lui (iar el a compus mai mult decît însuși Franz Schubert) sînt sintetizate cu calculatorul.

Înșușirile calculatorului îl fac deosebit de atrăgător pentru noi : putem să-l ascultăm, să ne jucăm cu el, să ne sfătuim ori să colorăm poze, desenate tot cu ajutorul lui pe ecran. Calculatorul ne poate sluji ca un colaborator, secretar personal, confident și sfetnic în lucrări de birou, la fermă, acasă, la uzină, școală. Să-l contemplăm în lucru.

SISTEME AUTOMATE DE GESTIUNE A ÎNTEPRINDERII (SISTEME INFORMATICE DE ÎNTEPRINDERE)

Cum s-a putut ajunge la situația industrială economică, cînd întreprinderile, care pînă nu demult se descurcau de minune fără nici un fel de calculatoare, astăzi au așa mare nevoie de proprietățile lor diriguitoare ?

În primul rînd, funcționarea întreprinderilor fără serviciul calculatoarelor nu mergea chiar de minune, mai ales de la începutul secolului XX. S-a mărit extrem de mult lista mărfurilor solicitate, complexitatea și cerințele față de calitate înaltă a lor. De acum o întreprindere nu mai e în stare să producă toate detaliile pentru unitatea de ieșire. În ambianța de colaborare întreprinderile.

În rîndul al doilea, cerințele de a spori productivitatea mun-

cii au condiționat specializarea îngustă a diviziunilor întreprinderilor, complicând structura industriei.

În rîndul al treilea, necesitatea stringentă de colaborare a producției cu știința a dus la integrarea lor în întreprinderi de tip nou.

Toate aceste realități au schimbat radical modalitatea de coordonare și gestionare a producției multistructurale. În noile condiții de integrare a producției este necesar un control riguros al fluxurilor materiale care circulă între diviziunile industriei — materii prime, detalii, energie, cadre, instrumente.

În ultimele decenii a început o creștere nestăvilită a personalului administrativ. Personalul creștea, iar problemele gestiunii nu se simplificau.

Și iată că în astfel de împrejurări în ajutor a venit calculatorul. Numai el, cu memoria lui de kilo, mega, higaoceteți poate reține unde, cînd, încotro au fost expediate, primite, livrate, rebutate, trecute la pierderi unități materiale, cîte mii, milioane, tone, kilograme, din care secție, minister, trust etc.

Calculatorul în ipostaza de administrator ne captivează încă prin posibilitățile lui nelimitate de tipărire a documentației economice și tehnice — de diferite formate, conținuturi. Tipul documentului și încărcarea lui cu date sînt programate, iar conținutul depinde de indicii funcționării întreprinderii, despre care calculatorul este la curent — i se comunică în formă de control operativ variate date cu privire la următoarele obiective :

- planificarea tehnico-economică ;
- gestiunea pregătirii tehnice a producției ;
- gestiunea desfacerii producției ;
- gestiunea asigurării asistenței tehnice ;
- evidența contabilă ;
- gestiunea aprovizionării tehnico-materiale ;
- controlul operativ al producției de bază ;
- gestiunea producției auxiliare.

Aceste fluxuri informatice reflectă structura întreprinderii și pot fi mai multe ori mai puține. Pentru a automatiza gestiunea, se face o analiză a modelului întreprinderii, evidențiind diviziunile și subdiviziunile întreprinderii, legate reciproc în complex funcțional prin scopul unic de conducere a producției. Acest scop poate fi formulat în cîteva obiective : ridicarea nivelului de calitate, scăderea prețului de cost, sporirea productivității muncii, extinderea listei de mărfuri livrate, ridicarea eficienței economice etc.

Pentru a începe realizarea problemei de gestiune automatizată mai rămîne să acumulăm baza informatică, sau baza sistemului.

Baza sistemului se alcătuiește din resurse tehnice și logice. Echipamentele tehnice constituie diverse dispozitive de culegere a datelor economico-tehnice — claviaturi, terminale, numărătoare de marfă gata, tablouri de afișaj, aparatură de teleprelucrare a datelor — toate legate prin interfețe cu calculatorul. Resursele intelectuale în asemenea sisteme sînt mult mai costisitoare, constituind resurse economico-organizaționale programate, resurse matematice, lingvistice, programe aplicative-integrate într-o unică bază de date, gestionată de programele utilitare ale sistemului de operare.

În componența bazei de date a sistemului informatic intră toate caracteristicile tehnico-economice ale întreprinderii, parametrii controlabili, metodele de organizare a producerii și a muncii, schemele de interacțiune între problemele gestiunii, întrunite în masivele economico-organizaționale. O importantă parte a bazei de date o alcătuiește totalitatea de metode matematice, algoritmi și legi ale conducerii. În contextul gestiunii informatizate se aplică diverse metode — statistică matematică, programare matematică, teoria jocurilor, teoria așteptării și multe altele. Cu ajutorul lor sînt sintetizate modelele analitice, statistice, imitaționale ale obiectelor sau subdiviziunilor lor. Prin astfel de modele se soluționează problemele planificării calendaristice, planificării în rețea, problema amplasării utilajelor, optimizării componenței echipamentelor, problemele transporturilor, completării personalului — în fine, toate problemele, care se cer rezolvate de subdiviziunile funcționale ale sistemului de gestiune a întreprinderii.

Resursele software, întrunite în baza informatică a sistemului, sînt memorate în masive informatice, deservite de programe speciale de gestiune a bazelor de date. Sistemul de gestiune a bazelor de date conține programe, menite să calculeze orice indice economic, să facă un raport, bilanț, să livreze documentația necesară. Sistemul urmărește schimbarea obiectivelor controlate și actualizează datele respective în conformitate cu situația reală în întreprindere.

Sistemele informatice de gestionare a întreprinderii sînt structurate ierarhic și ca resurse programate și ca tehnici de control/conducere. Din punct de vedere tehnic la nivelul suprem se află calculatorul principal sau centrul de calcul, la nivelul de mijloc — calculatoare micro, legate cu centrul prin rețeaua de calcul, la nivelul inferior — terminalele personalului, diverse claviaturi. Din punctul de vedere al programelor, la nivelul inferior avem algoritmi simpli de culegere a datelor, la al doilea — contururi omogene de interacțiune a programelor cu dreptul de a lua decizii locale, la nivelul suprem — baza de date cu tot patrimoniul de cunoștințe pro-

gramate menit să ia deciziile principale.

Gestiunea întreprinderii a fost primul domeniu de aplicare a calculatorului. În țara noastră s-au implementat în structura producției și comerțului așa sisteme ca ASU MORFLOT, ASU SIRENA, ASU OBMEN și multe altele. În ASU MORFLOT scopul funcționării este repartizarea fluxului de marfă în porturile maritime ale țării. Sistemul ierarhic include ministerul flotei maritime, direcții de navigație, porturi, docuri. Pe baza informației culese privind capacitatea de trafic a porturilor, starea parcului de cargouri și volumul lucrărilor de reparație, a curselor, starea meteo etc. sistemul informatic gestionează dispecerarea optimă a curselor în dependență de condiții, îmbunătățind traficul porturilor și exploatarea rațională a cargourilor. Sistemul elaborează graficul continuu de circulație a cargourilor diviziunilor ministerului, graficele calendaristice ale porturilor și docurilor.

ASU SIRENA este un sistem comercial de deservire în masă, care gestionează realizarea biletelor și rezervarea locurilor pe liniile avia. Ca să ne convingem de comoditatea, oferită de sistem pasagerilor avia, e suficient să comparăm procedura de cumpărare a biletului cu și fără statul la coadă.

ASU OBMEN este un sistem informatic, care gestionează și reglementează problemele selecției variantelor de schimb nemijlocit al locuințelor în orașul Moscova. Clienții depun fișe cu datele proprii, sînt puși la evidență, periodic primesc buletine speciale cu variantele posibile, corespunzătoare cerințelor înaintate.

Pe lângă sistemele mari de gestiune a întreprinderilor cu structură ierarhică, există sisteme mici, autonome, cu probleme concrete. Practica a arătat multe neajunsuri în sistemele ierarhice, legate de laboriozitatea proceselor de culegere, prelucrare a datelor, inerția, unele aspecte birocratice, cînd un întreg centru de calcul lucrează cu înfrigurare să-i întocmească șeful un raport „pozitiv”. În dările de seamă, urmărite și modificate în multe trepte, e greu să găsești adevărul, cînd responsabili sînt mai mult de trei. În ultimul deceniu s-a ajuns la necesitatea decentralizării sistemelor de gestiune, ceea ce a dus la crearea unor funcții concrete de birou asistate de calculator. De exemplu, în parcul de automobile calculatorul este un instrument de neînlocuit la prelucrarea foilor de drum sau ordinelor de încărcătură. Calcularea kilometrajului, cheltuielilor de carburanți și a încasării zilnice ar fi un mare serviciu pentru șoferul de taxi sau autobus.

De menționat faptul că nu toate întreprinderile se pretează la automatizarea globală. Practica a arătat că sistemele automatizate se recuperează în cazurile mai multor întreprinderi si-

milare în cadrul monopolurilor industriale. Pentru birouri, contabilități, rețele comerciale, calculatorul s-a dovedit mai eficace și mai solicitat, de aceea anume personalierele au semnat începutul erei de informatizare a societății.

SISTEME AUTOMATIZATE DE INFORMARE

Un mare serviciu poate oferi calculatorul în problemele de căutare a datelor. Acesta este un lucru actual, deoarece fluxul de informație a inundat definitiv societatea. Explozia informatică, despre care se vorbea la începutul secolului ca printre altele, este o realitate stringentă. Numai substanțe chimice noi se obțin fiecare an mai mult de 25000. E greu de controlat numărul de noi tehnologii, întreprinderi, mărfuri etc. În același timp astfel de informație este absolut necesară pentru marketing, planificare, expertiză și, în genere, pentru funcționarea oricărei gospodării.

Pentru gestiunea economiei în condițiile ramificării, specializării este necesară o puternică bază informatică, creată pe baza tehnicii de calcul. Astfel au apărut sistemele automatizate de informare, care în prealabil culeg, apoi distribuie date de la toate întreprinderile privind indicii principali tehnico-economici, alcătuind banca de date a unei ramuri de industrie, transport etc. Fiecare gospodărie la rîndul ei poate fi abonată la distribuirea informației. La comanda abonatului informația este căutată în masivele băncii, sortată și prezentată în modul comandat.

Implementarea sistemelor informatice în rețeaua de comerț va permite de a inventaria marfa fără a întrerupe lucrul magazinelor. Astăzi nici nu se poate imagina funcționarea băncilor fără de așa sisteme.

Evidența mărfii în magazine, depozite, în transportul de căi fierate, cartoteca obiectelor de construcție — cu aceasta nu se termină lista domeniilor, statisticile cărora pot fi reținute în baza de date. În Ministerul de interne este întreținută cartoteca automatizată a infractorilor, criminalilor, recidiviștilor. Tehnicile moderne specializate, ghidate de calculator, pot în timp de o clipă să sintetizeze după portretul verbal și conținutul dosarului personal portretul ipotetic al infractorului. Adeseori numai datorită operativității obținerii portretului descriptiv a fost cîștigat timpul și reținută persoana identificată.

Durata de acces la datele căutate, operativitatea corecției informației păstrate caracterizează sistemele automatizate de informare ca ideale cartoteci medicale în serviciul de transplantare a organelor. Pentru selecția materialului de transplantare este necesară coincidența numeroaselor analize. Calculatorul,

dispunînd de o bogată cartotecă a solicitanților, poate determina, prin coincidența cu parametrii donorului, candidatura potențialului acceptor din lista solicitanților puși la evidență în baza de date.

Care este chintesența sistemului de informare? Gestiunea bazelor de date. Organizarea memoriei. De a ști, unde și ce este înscris. Aici sînt trei momente importante: clasificarea informației, codificarea și gestiunea fișierelor. Pentru a spori viteza căutării informației, aceasta din urmă este clasificată după anumite criterii. Sînt alcătuite clasificatoare, cuprinzînd toate datele cu privire la domeniul deservit de sistem. Fiecărui fișier al clasificatorului i se atribuie un cod, care definește grupa, subgrupa, clasa, subclasa, specia, modelul, modificarea etc. Actualmente sînt unificate clasificatoarele diverselor branșe ale gospodăriei unionale, legate de direcția centrală de statistică și de organele de stat de planificare.

Cu toate acestea, principiile de culegere și reținere a datelor frecvent folosite în lucru sînt similare și în sistemele unionale, și în cele particulare. Culegerea și selecția datelor s-a început încă de la agendă, prototipul îmbunătățit și modernizat al căreia este calculatorul personal.

TEHNOLOGIE ASISTATĂ DE CALCULATOR

Luînd în considerație caracteristica fluxului material în procesul de producție ca principalul criteriu de clasificare, putem distinge tehnologii cu procese continue și cu procese discrete.

În cadrul producției continue se remarcă destul de multe tehnologii, accesibile pentru informatizare și automatizare pe baza ei — topirea metalelor, producerea energiei electrice, rafinarea petrolului, tehnologia chimică, sintetizarea cristalelor semiconductoră etc.

Producția discretă, bazată pe folosirea benzii rulante pentru asamblare, montaj, ambalare, sortare, vopsire etc. se pretează în mai mică măsură la automatizare, deoarece înlocuirea manoperei cu munca automatizată a roboților este o metamorfoză costisitoare.

Tehnologia asistată a fost concepută inițial mai mult pentru automatizarea proceselor continue, separînd celelalte domenii de asistare în mașini cu comandă numerică, robotizare și sisteme flexibile de producție.

Un complex automatizat pe baza asistării calculatorului e demonstrat în fig. 40. Locul central în acest sistem îl ocupă obiectul tehnologic și calculatorul. Toate echipamentele periferice utilizate în acest sistem de calcul sînt adaptate la conjugarea

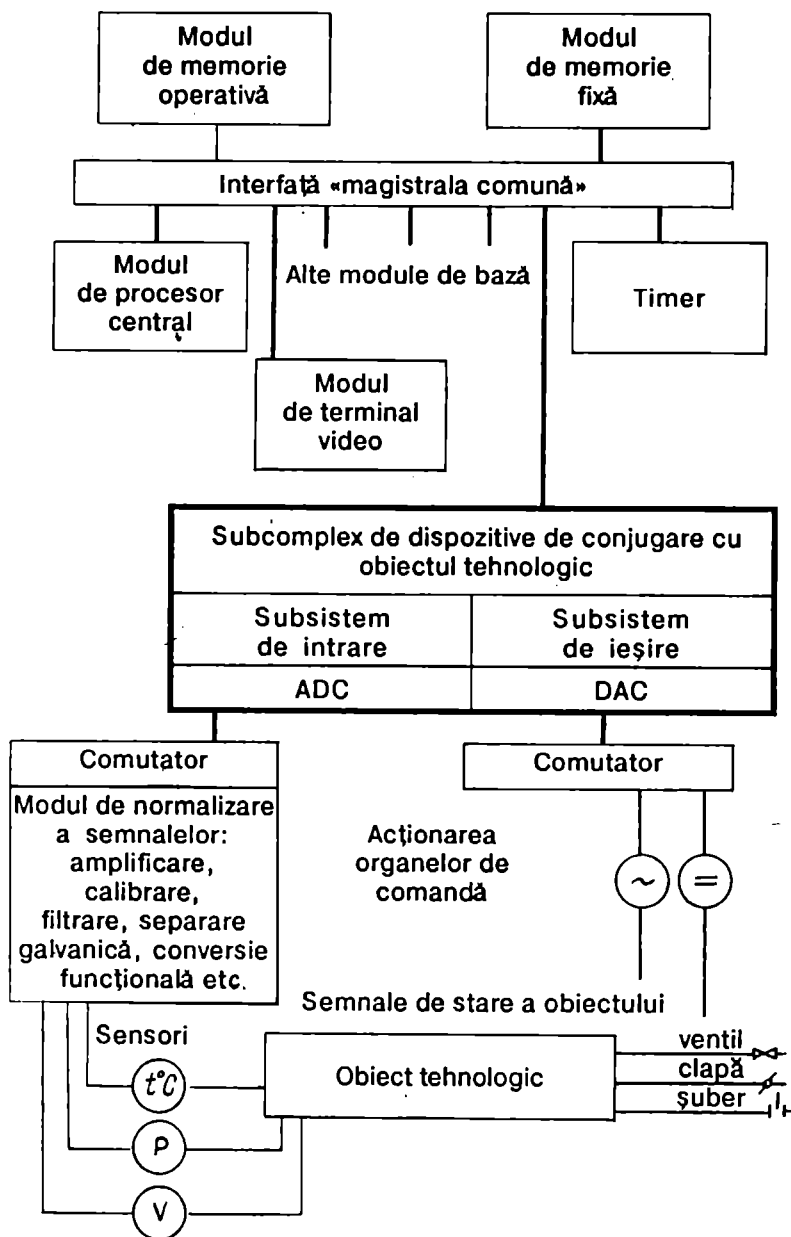


Fig. 40. Schema bloc a sistemului automatizat de tehnologie asistată de calculator

calculatorului cu obiectul tehnologic, constituind o interfață fizică formată din subsistemul de culegere a informației tehnologice și subsistemul de comandă a obiectului.

După cum se știe, informația tehnologică, primită de la obiect, este exprimată în limbajul cu care vorbește natura — volți, grade, grame etc. Semnalele, analogice efectelor naturale, sînt numite analogice. Ele sînt emise de sensori — primele aparate care contactează nemijlocit cu obiectul controlat. Astăzi putem enumera sute de specii de sensori. Numai temperatura poate fi măsurată cu zeci de metode — termoelectrice, rezistive, pirometrice, manometrice, termistoare, optice etc. Pentru diverse tipuri de obiecte, condiții ale mediului se preferă unul sau alt tip de sensor. Traducerea semnalelor într-o formă comodă pentru conversie ADC este efectuată în blocurile de conjugare cu obiectul. Semnalele sînt filtrate, calibrate și, în sfîrșit, traduse în cod binar. Comutarea semnalelor permite să fie concentrate la un canal de intrare în calculator sute și chiar mii de semnale. Alt subsistem de conjugare cu obiectul tehnologic îl constituie dispozitivele de ieșire, în care comenzile procesorului sînt traduse din cod binar în semnal analogic. Acesta din urmă este primit de motoarele de acționare a organelor de comandă — șubere, vane, clape, ventile, contacte glisande, cilindre hidraulice, pîrghii, transformatoare. Organele executive de comandă deschid sau blochează intrarea fluxurilor materiale în obiect: petrol, benzină, cărbune, fier, nichel, acid, amoniac, curent electric, apă — tot ce determină caracteristicile obiectului de producție.

Orientarea spre problemele producției se remarcă atît în hardware, cît și în software. Toate sistemele automatizate de comandă funcționează în regim de timp real, cînd toate acțiunile calculatorului sînt coordonate, consultînd tymer-ul, prezența căruia în componența periferiei mașinii este obligatorie. Pentru astfel de regim sînt elaborate sisteme speciale de operare — de timp real.

Inteligența programată a calculatorului conține baza de date „toate despre obiect” și programul aplicativ, conținînd legile acțiunii de reglaj, algoritmii acțiunilor în cazuri extreme, programele de diagnostic al obiectului. Aceste programe sînt elaborate ca rezultat al unei analize riguroase a caracteristicilor obiectului, sintetizării modelelor logice și informatice etc.

Parametrii obiectului în diferite coordonate și dependențe, memorate în fișierele bazei de date, sînt periodic comparate cu datele adecvate, măsurate de obiectul în funcțiune, și cu valorile prescrise de program, iar rezultatele comparației sînt utilizate pentru elaborarea acțiunii de reglaj.

De regulă, obiectele sînt multiparametrice, unde fiecare

dintre parametri are un contur de reglaj aparte. În astfel de cazuri calculatorul efectuează acțiunea de reglaj pas cu pas pentru seria de contururi, iar astfel de modalitate de reîntoarcere ciclică la fiecare contur după deservirea celorlalte se numește regim de superviziune.

Debutul calculatorului în automatizarea proceselor tehnologice în anii 50—60 a cuprins doar obiecte mari, unde aceste inovații erau efective din punct de vedere economic, cu toate că cheltuielile în acest scop erau mari. Cu apariția calculatoarelor micro, a tehnicii digitale microprocesoare, ieftine și flexibile, asistența calculatorului în tehnologie și-a extins considerabil aria de utilizare. Dacă primele calculatoare se instalau doar în procese cu mediu agresiv, periculos pentru viața operatorului, astăzi tehnica digitală este încorporată în obiecte mai mici — aparate de măsurat, spectrometre, microscopae, mașini de copiat xerox etc. Automatizarea prin asistarea calculatorului este aplicată în dispecerizarea trenurilor. Pionerul acestui domeniu poate fi socotit metroul din Paris. Calculatorul e folosit aici în procesul de sortare a vagoanelor la nodurile de cale fierată. Eficacitatea acestui proces este limitată de viteza mică. Calculatorul, culegînd date despre greutatea vagoanelor, viteza și direcția vîntului, raza de curbură a căilor, coeficientul de alunecare, dirijează desprinderea vagoanelor și eșalonarea. În baza de date este pusă informația despre prescripțiile cu privire la viteza inițială a vagoanelor în toate circumstanțele. Dispecerizarea manevrelor de eșalonare, însoțită de distribuirea automată a schimbării macazurilor a condiționat reducerea personalului de deservire cu 60 oameni la stația „AVTOMAT“ din regiunea Donețc. Stația de sortare prelucrează într-un schimb pînă la 2000 vagoane — de două și jumătate ori mai mult decît fără asistarea calculatorului.

Calculatorul s-a recomandat ca un calificat pilot. Automatizarea navigației a debutat înainte de apariția calculatorului, însă numai asistența acestuia din urmă l-a făcut pe autopilot așa cum e denumit. Toate sistemele de navigare automate sînt bazate pe giroscopae — dispozitive elementul de bază al cărora este un titirez. Corpurile în mișcare de rotație își păstrează orientarea în spațiu, asemenea sistemului solar, unde toate planetele se rotesc în jurul soarelui și în jurul axei proprii, păstrînd constantă orientarea ei. Titirezul-giroscop, rotindu-se, își păstrează orientația, chiar dacă avionul, nava pe care este instalat, își schimbă în acest timp direcția mișcării. Reacția la abaterea de la curs este pusă la baza funcționării autopilotului. Desigur că giroscopaele sînt compuse nu numai din piesa rotativă, dar și din circuitele de deservire cu ultrasunet, rază laser și multe altele. Patrimoniul programat al calculatorului autopilot conține

algoritmii prelucrării semnalelor de la sensorii coordonatelor și azimuturilor spațiale, de la sensorii de viteză etc. Baza de date conține dependențele valorilor indicilor de control de orice condiții concrete ale navigației. Există probleme de navigație care nu pot fi încredințate pilotului, ci anume autopilotului. De exemplu, decolarea și scoaterea pe traectoria orbitală este efectuată numai de calculator. Nu e întâmplător faptul că lansarea primilor sateliți artificiali ai Pământului a fost realizată după crearea primului calculator.

Tehnologia asistată de calculator în afară de proiectarea asistată și sistemele informatice de gestiune a producției constituie componentele automatizării integrale.

CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE ASISTATE DE CALCULATOR

Sistemul automatizat de experiment științific poate fi considerat ca o particularitate a tehnologiilor asistate, avînd, însă, unele trăsături caracteristice remarcabile.

În experimentele științifice scara de valori a semnalelor de intrare este cu cîteva ordine de mărime mai largă decît în procesele tehnologice. Acest fapt este condiționat de cerințele preciziei înalte de măsurare și scara de variație a semnalelor.

Citind un referat științific, întîlnim la fiecare pas diagrame, spectre, godografe, care reflectă diferite dependențe — de timp, de temperatură, de frecvență etc. Măsurile sînt complicate; adeseori obiectul trebuie răcit pînă la temperaturile heliului lichid, sau încălzit pînă la incandescență, iradiat cu raze Roentgen, laser și supus multor condiții specifice cercetărilor experimentale. Pe lîngă măsurarea dependenței adeseori sînt necesare numeroase calcule. În cele mai multe cazuri pe savanți îi interesează dependențele indirecte — exponențiale, integrale, pătratică. Pentru a le obține trebuie recalculat dependențele experimentale punct după punct. Cu cît sînt mai dese punctele de renumărare, cu atît mai precisă va fi reproducerea dependenței. Anume pentru astfel de prelucrare a rezultatelor experimentale calculatorul este un instrument de neînlocuit. Numai cu viteza de lucru a calculatorului se poate reuși conversia semnalului măsurat în cod numeric, înregistrarea în memorie, recalcularea în dependența funcțională solicitată, trasarea curbei graficului concomitent cu măsurarea continuă. Pînă nu demult astfel de interpretare a rezultatelor experimentale era visul oricărui savant. Astăzi, grație implementării calculatorului în tehnica experimentală, eficiența cercetărilor științifice a sporit considerabil.

Calculatorul încadrat în automatizarea experimentelor este

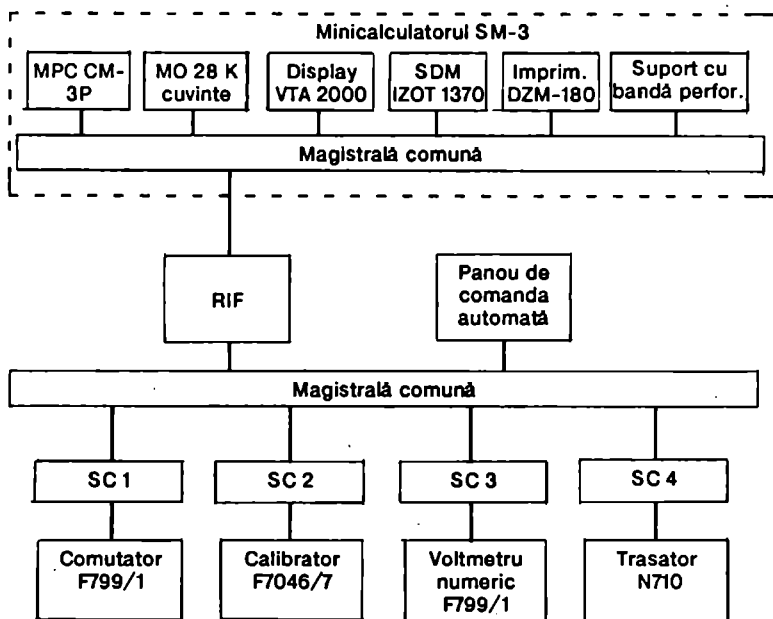
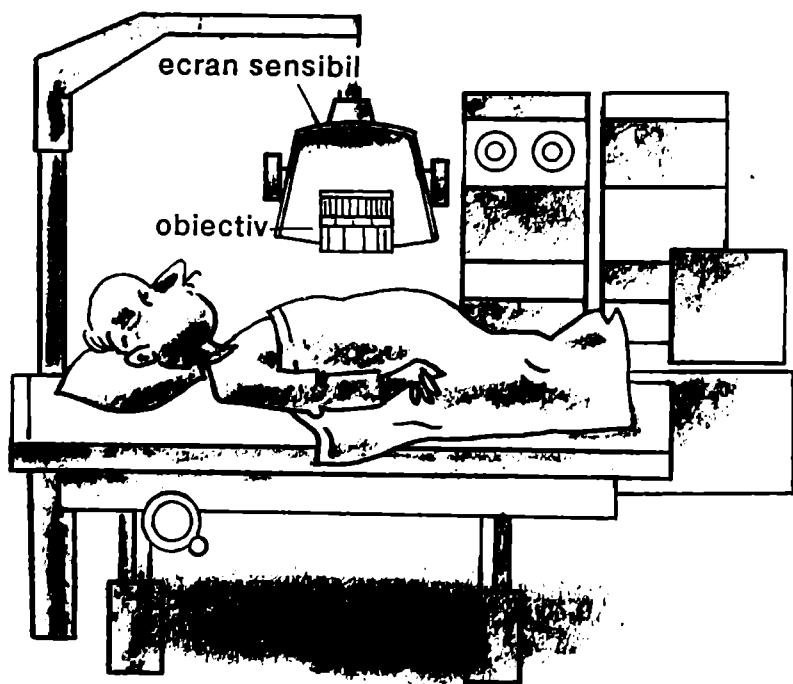


Fig. 41. Complex digital de măsurat IVC-8

dotat cu periferice specifice — mai multe aparate de măsură numerice și mai puține organe executive, deoarece experimentele au caracter euristic, unde controlul are preponderență față de reglare. În instalațiile experimentale sînt adeseori incluse utilaje unice, pentru care se elaborează aparatură de interfață nestandardizată.

Funcțiile de bază ale sistemelor automatizate de cercetări științifice constau în acumularea periodică a datelor de la aparatele de măsură numerice, completarea masivelor de date, calcularea diversilor indici, coeficienți după formulele respective, prezentarea grafică a rezultatelor experimentale, planificarea experimentului. Spre rezolvarea acestor probleme este orientată inteligența programată a calculatorului, sistemul de operare al căruia conține neapărat un asemenea modul cum este supervisorul de timp real. Baza de date este adaptată la acumularea și examinarea statistică a datelor. Sînt elaborate diverse programe aplicative pentru analiza spectrală a semnalelor, analiză Fourier, de calcul al coeficienților fizici, de transformare funcțională etc.

Primii care au aplicat calculatorul în cercetările lor științifice au fost un grup de specialiști în fizică nucleară. Era în anii 60, cînd a fost fondată asociația internațională a sistemelor de mă-



surări CAMAC (Computer Asociation to Measurement Ackisition and Control). În 1964 a fost elaborat și întărit un standard specific al aparaturii, destinate fizicii experimentale, al interfeței de conexiune a aparatelor de măsură la controlerul CAMAC. Controlerul CAMAC poate fi conectat direct cu calculatorul. La noi în țară au fost elaborate calculatoare compatibile cu sistemul CAMAC: SM—3, SM—4, SM—1420, SM—1300, „Electronica—60”.

Complexele tehnice, alcătuite din calculatoare și tehnică experimentală CAMAC, sînt similare celui prezentat în fig. 41. Sistemul IVC—8 poate culege date pe 100 canale de informație, comutate de blocul F—799/1. Programatura de bază este realizată pe sistemul de operare conversațional DS SM cu limbajul FOCAL, completat cu instrucțiuni de organizare a ciclurilor de măsurat în regim de superviziune. IVC—8 a fost unul din primele sisteme compatibile, dezvoltarea cărora este continuă în modelele IVC—22, IVC—32.

Tot din aceeași familie de sisteme face parte complexul automatizat digital de diagnostică IVC—GAMMA. Complexul este destinat culegerii, transferului și afișajului informației radio-

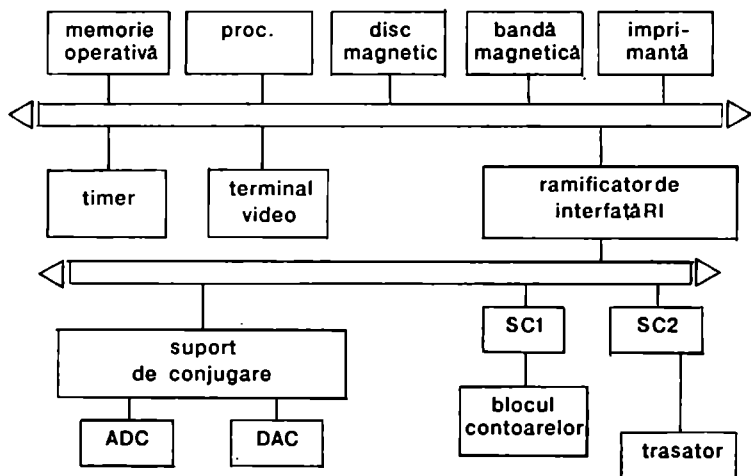


Fig. 42. Sistemul informatic radiometric de diagnostică medicală IVC—GAMMA

metrice, recepționate din camera Gamma și din aparatura radiodiagnostică multicanală. Camera Gamma este un aparat radiodiagnostic care culege informația despre repartizarea preparatului radiofarmaceutic în organismul omului. Iradierea preparatului, introdus anterior pacientului, excită ecranul sensibil al camerei Gamma. Imaginea de pe ecran poate fi fotografiată, oscilografată și transmisă pe ecranul terminalului video, cum e demonstrat în fig. 42. Complexul tehnic digital are la bază calculatorul SM—3, dotat cu controlere speciale ale contoarelor radiației Gamma și al camerei.

Se poate constata, în general, că toate sistemele de cercetări științifice asistate de calculator îndeplinesc funcții similare independent de domeniul de aplicație — calcularea parametrilor, grafica experimentală, conversia funcțională a datelor. Diferența esențială între aceste sisteme constă în componența blocurilor de tehnici de măsurare.

Actualmente, grație implementării tehnicii microprocesoare, au apărut diverse sisteme miniaturizate cu funcții fixe, orientate spre rezolvarea problemelor concrete,— cercetări medicale, controlul factorilor de poluare a mediului ambiant, agrotehnică.

În fig. 43 este demonstrat un sistem de control al parametrilor agroclimaterici pe o plantație experimentală de tutun. Dacă la un așa sistem ar fi conectată o rețea de irigație de tip „pipetă”, cu care s-ar încheia circuitul cu reacțiune negativă, ar fi fost obținută o variantă de tehnologie asistată de calculator. Astfel de sistem a fost prezentat de firmele japoneze în Chișinău încă în 1980 la expoziția INTERMAȘTABAC. Irigarea tutunului

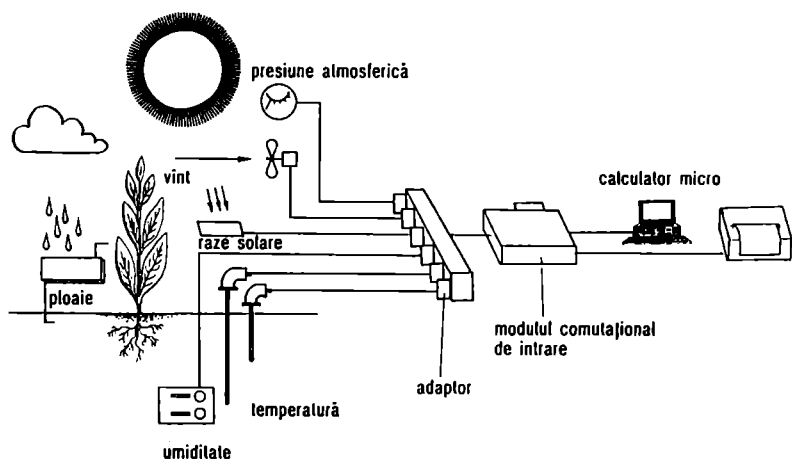


Fig. 43. Model simplificat al sistemului automatizat de control al parametrilor agroclimaterici

era comandată de un sistem cu microprocesoare, care culegea informația operativă de la sensorii de temperatură, umiditate a solului și a atmosferei, presiune atmosferică și viteză a vântului. La ce înalt nivel a ajuns agrotehnica asistată de calculator în Japonia a arătat vestitul „pom de pătlăgele“, cultivat pe teritoriul pavilionului expoziției EXPO—85 din Tzucube (Japonia). Pomul creștea pe teritoriul, însă nu în solul pavilionului. Rădăcinile lui erau alimentate din capilare cu o soluție, pregătită special, toți parametrii fiind determinați și comandați de calculator. Cea mai bună reclamă este calitatea care era apreciată pe loc, roșiile fiind servite în cafeneaua expoziției. Se spune că din acel „pom“ au fost recoltate tone de roșii.

MAȘINI-UNELTE CU COMANDĂ NUMERICĂ

Primele strunguri cu comandă numerică au apărut în anii 50. Programul de lucru, memorat pe bandă perforată, se introducea prin lectorul fotoelectric în blocul de comandă programată al mașinii, care reprezenta un dispozitiv operațional similar procesorului, ce-i drept cu funcționalitate redusă. Blocul operațional executa fiecare comandă a programului, elaborând codurile interpretate de mașină prin deplasarea organelor de lucru.

În general, parametrii principali ai procesului de strungire sînt viteza de rotație a axului — viteza mișcării cuțitului în două coordonate — avansul automat longitudinal și transversal. Pentru simplitate vom însemna acești parametri prin V , X și Z .

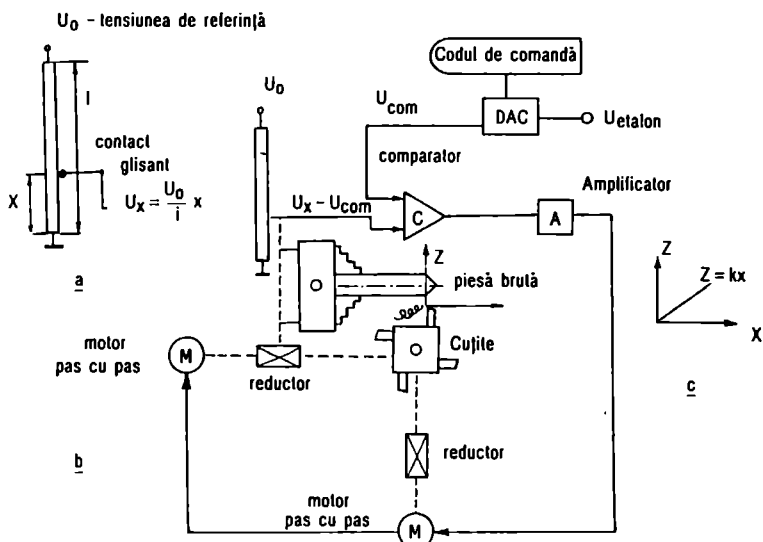


Fig. 44. Schema simplificată a prelucrării coordonatelor traiectoriei cuțitului de strung cu comandă numerică: a — senzorul deplasării liniare, b — schema prelucrării avansului, c — traiectoria cuțitului

Executarea acestor coordonate se realizează prin operațiile blocului de comandă, iar codurile de comandă sînt convertite în tensiune a curentului continuu. Dacă, de exemplu, blocul algebric calculează valoarea coordonatei

$$x = \frac{x_i + \bar{l}x_i}{l_{i+1} - l_i} = 1,$$

înseamnă că avansul longitudinal al cuțitului mașinii va fi de 1 mm în decurs de 1 sec. Valoarea numerică a coordonatei X_i , X_{i+1} , este măsurată de senzorii de poziție, X este valoarea incrementului împărțită la timp. Cu ajutorul convertizorului DAS coordonatele X și Z sînt traduse în tensiunea de lucru a motorului pas cu pas, care acționează avansul. În general, sînt multe metode de traducere a tensiunii curentului continuu în deplasare liniară, cea mai simplă fiind cea realizată prin intermediul reostatului. Fiecare poziție a contactului glisant e adecvată valorii de tensiune. În circuitul din fig. 44 tensiunea de comandă U_{com} este comparată continuu cu tensiunea contactului glisant, $U_x = U_0 \frac{x}{l}$, iar diferența lor amplificată acționează motorul avansului X . Dacă aceste tensiuni nu sînt egale, motorul va manevra contactul glisant în direcția micșorării diferenței tensiunilor și se va opri atunci, cînd $U_x - U_{com} = 0$. În astfel de mod sînt comandate coordonatele mișcării cuțitului X și Z , cu toate că pe fig.

44 este arătat doar conturul reglării coordonatei X . Traiectoria cuțitului depinde de X și Z , care sînt calculate în blocul operațional. Dacă ecuația traiectoriei este liniară, ca în fig. 44 $Z=KX$, atunci suprafața prelucrată va fi conică, iar dacă $Z^2=R^2-X^2$, suprafața prelucrată va fi de formă sferică. Astfel de ecuații pot fi ușor programate, în orice caz traiectoria poate fi definită pur și simplu prin dependența lui Z de X .

Am urmărit, deci, interpolarea (calcularea) coordonatelor deplasării cuțitului, care poate fi comandată de calculator concomitent cu viteza axului principal, cuplul de pornire și oprire, schimbul sculelor și chiar al piesei brute. Toate aceste proceduri se programează, iar pentru execuția programelor de către organele de lucru ale mașinii există controlul de comandă, care îndeplinește funcțiile de conjugare a circuitelor de comandă numerică cu circuitele de putere.

Astfel, comanda numerică a mașinilor-unelte este un caz particular al tehnologiei asistate de calculator, unde în calitate de obiect tehnologic se află organele de lucru ale mașinii. Care sînt avantajele pe care ni le oferă comanda numerică? În primul rînd, unificarea programelor în binar dă posibilitate de a comanda mașinile mai operativ, de a acumula biblioteci de tehnologii, de a le transmite programele de lucru mașinilor-unelte direct de la mașina de calcul coordonatoare, de a automatiza proiectarea procesului de prelucrare tehnologică etc. Toate aceste posibilități sînt realizate în sistemele flexibile ale producției, care reprezintă unul dintre componentele de bază ale automatizării complexe a producției.

Un mare salt în elaborarea mașinilor-unelte cu comandă numerică l-a constituit apariția microprocesoarelor. Miniaturizarea aparaturii de comandă numerică a sporit considerabil funcționalitatea, care rezidă în precizia prelucrării, complexitatea traiectoriilor detaliilor, optimizarea procesului de așchiere, strungire, frezare, alezare, găurire etc. Ultimele modele de mașini-unelte cu calculator încorporat aparțin clasei CNC (computer numerical control), au o programatură foarte dezvoltată, cu elemente de optimizare și proiectare automatizată. Arhitectura sistemelor microprocesoare aplicate în sistemele de comandă numerică este selectată cu cerințe de compatibilitate față de calculatoarele de coordonare. Astfel de orientare corespunde problemelor automatizării complexe, unde fiecare mașină-unealtă reprezintă o verigă în lanțul sistemului integral, compatibilă cu toate elementele de sistem.

Ultimele ajunsuri în dezvoltarea mașinilor-unelte cu comandă numerică s-au fructificat în mașinile universale multioperationale, numite centre de prelucrare. Centrul de prelucrare dispune de zeci de instrumente și funcții diferite, asigurate afiș

din punct de vedere al utilajului, cât și al programaturii. Schimbul instrumentului și al detaliilor prelucrate se produce automat de către un robot special. Robotul este ghidat de asemenea de un calculator, aparținând, la fel ca și mașina-unealtă, familiei de mașini cu comandă numerică.

Roboții în procesele de producție pot îndeplini asemenea lucrări, cum sînt manipularea detaliilor la mașinile-unelte, a electrodului de sudură, a pistolului de vopsit, a sculelor în operațiile de asamblare. Unii roboți, alimentînd mașina-unealtă, scot detaliile din casete speciale și le pun înapoi după prelucrare, alții stivuiesc detaliile în diferite moduri, ținînd în memorie coordonatele fiecărei piese în casetă ori stivă.

În robot este instalat microprocesorul, care poate lansa diferite comenzi organelor de lucru sau primi comenzile de la calculatorul coordonator. Organul de bază al robotului în cele mai frecvente cazuri este o mîină mecanică articulată avînd de la trei pînă la șase grade de libertate. Mîina este dotată cu diferiți sensori, care semnalează momentul prizei obiectului în strînsoare, forța minimală, ce nu admite alunecarea obiectului din mîină, forța maximă, care nu admite deformarea obiectului, contactul, atingerea mîinii cu un obstacol în calea mișcării etc.

Ultimele cercetări științifice în domeniul construirii roboților au fost consacrate îmbunătățirii sensibilității lor, dotării cu sisteme artificiale de vedere, auz, pipăit. Astfel de roboți, după complexitatea funcțiilor, programaturii, pot fi calificați în cohorta roboților intelectuali, care depășesc cu mult funcționalitatea mașinilor cu comandă numerică, utilizate la strungirea, frezarea metalelor. „Inteligența” acestor roboți nu constă numai în disponibilitatea de sensori respectivi de vizualizare, auz etc., dar și în capacitatea de a analiza astfel de informație, care depinde de sistemele de interpretare a imaginilor, de sintetizare a vorbirii și de multe altele.

PROIECTARE ASISTATĂ DE CALCULATOR

Proiectarea este una din minunatele forme ale activității umane, care constituie temelia creării oricărui obiect sau sistem tehnic. Terminul „proiectare” provine de la cuvîntul latin **PROJECTUS**, ceea ce înseamnă „aruncat înainte”. Și într-adevăr, înaintea constructorului sau proiectantului stă o problemă de mare răspundere: astăzi de a reda în calcule și schițe construcția și procesul de funcționare a mașinii, care va trebui să lucreze mîine. Activitatea proiectantului întotdeauna este orientată spre viitor.

Accelerarea progresului tehnico-științific pune în fața proiectanților probleme tot mai complicate. Crește vertiginos

complexitatea mașinilor și agregatelor proiectate. Conform estimărilor specialiștilor, ea se dublează fiecare 10—15 ani. Apar multe probleme, legate de însușirea noilor tehnologii, materiale, de complicarea și modificarea sferelor și condițiilor de utilizare a mijloacelor tehnice, de creșterea cerințelor față de eficacitate, fiabilitate, gabarit, cost etc.

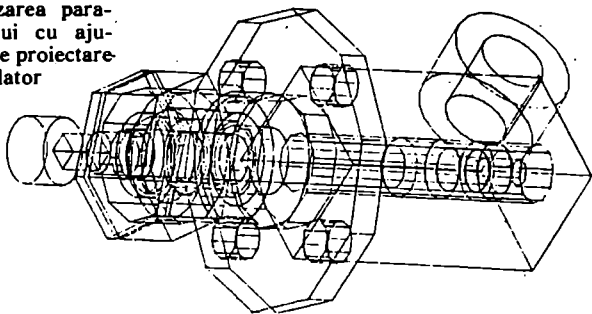
Toate aceste transformări inevitabile influențează profund asupra tehnologiei proiectării. Metodele tradiționale de proiectare „manuală” cu rigla de calcul, planșeta și rigla de desen, demult au intrat în contradicție cu imperativele timpului. Statistica arată că în cazul păstrării tehnologiei manuale de proiectare personalul de specialiști-proiectanți va trebui să sporească spre sfârșitul secolului XX de 100 de ori, pentru a corespunde creșterii continue a volumului lucrărilor de proiectare. Unica ieșire din acest impas constă în schimbarea radicală a temeliei tehnologiei de proiectare, și anume în automatizarea lucrărilor de proiectare pe baza aplicării calculatorului. Implementarea calculatorului în acest lucru îi pune la dispoziție proiectantului mijloacele de grafică computațională, metodele matematice de sinteză, analiză și optimizare, resursele programate, noi metode de organizare a muncii birourilor de proiectare.

Procesul de proiectare în interpretarea calculatorului e mai lesne de înțeles, atunci când analizezi fugitiv același lucru, executat ca în trecutul nu prea îndepărtat, adică „manual”. Ce se avea pe atunci ? Planșeta, rigla de desen, cea logaritmică și câteva kilograme de îndreptare, îndrumare, instrucțiuni, normative și altă documentație.

Să presupunem că avem de proiectat un arbore de transmisie. În primul rînd ne întrebăm, ce putere trebuie transmisă, care este viteza de rotație, ce lungime a arborelui este cerută, ce material vom alege... După calcularea diametrului, analizăm pentru materialul dat valoarea unghiului de răsucire, după ce precizăm dimensiunile lui finale, recalculăm tensiunile normală și tangențială, prin aflarea preliminară a momentului polar de inerție, momentului de torsiune, momentului... Pentru toți parametrii există metoda specifică de calcul, formule, statistici, diagrame, nomograme, dependențele proprietăților mecanice de diverși factori, studiate experimental și teoretic, și calea, algoritmul determinării. Proiectantul trebuie să rețină ce informație, de unde, în ce formulă, când să aplice etc. În procesul proiectării el trebuie să frunzărească toată literatura specială. După aceasta începe desenul, care este finisat numai după o serie de schițe ipotetice. Proiectantul consumă multe creioane, și mai ales radiere.

Desenul de pe ecranul terminalului poate fi șters fără de radieră, schimbările dimensiunilor pot fi făcute atît manual,

Fig. 45. Optimizarea parametrilor detaliului cu ajutorul sistemului de proiectare asistată de calculator



cît și pe cale de program. Numai după ce este determinată varianta finală a proiectului, desenul de pe ecran se reproduce pe coală. Rămîne numai să-l învățăm pe calculator să proiecteze.

Pentru a încadra calculatorul în postura de proiectant, trebuie să încărcăm memoria lui cu patrimoniul respectiv, care constituie informația normativă codificată și programele de selectare, căutare, optimizare, desen etc.

Baza informativă include toate speciile de date, necesare proiectantului — proiecte de detalii, tehnologic similare, noduri de construcții tipice, scara de tărie a metalelor, diferite dependențe între parametri, de exemplu dependența costului automobilului de consumul de carburanți specific, dependența coeficientului de fricțiune de temperatura lagărului, liste ale detaliilor de completare, prețul lor, momentele de inerție ale secțiunilor transversale ale laminatelor tipice... A doua componentă a programaturii include programele de căutare în baza de date a atributelor necesare. Proiectarea unui cazan și a unui reductor va merge pe căi diferite, dar în ambele proiecte vor fi incluse șuruburi, nituri, așa că la fișierul cu informația șuruburi ajung ambele programe. Procesul de proiectare automatizată se reduce la automatizarea căutării formulelor de calcul, materialelor constructive, parametrilor de exploatare etc.

Proiectarea asistată de calculator se organizează, de regulă, în două regimuri : automat și interactiv. Regimul automat este răspîndit preponderent în calculatoarele mari — în ele mașinii i se comunică parametrii principali ai unității de proiectat, super-computerul începe culegerea informației din bazele de date, calculează obiectivele principale și în calitate de produs final livrează documentația tehnică — desenul de asamblare, detalierea și specificația detaliilor. Regimul interactiv este regimul de conversație între proiectant și calculator. El este convenabil pentru calculatoare de tip personalieră. În astfel de regim constructorul la începutul procesului de proiectare dispune de o

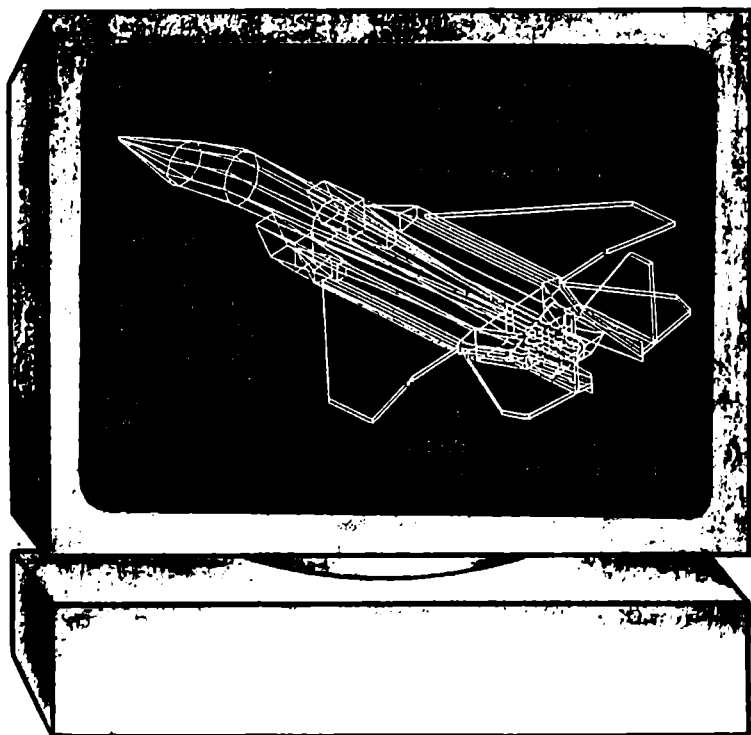


Fig. 46. Copia imaginii de pe ecranul terminalului grafic a rezultatului proiectării parametrilor aerodinamici ai avlōnului

informație minimală, însă pe cale de dialog, treptat, determină tot mai amănunțit caracteristica deplină a viitorului detaliu. Utilizatorului îi este oferit uzul mijloacelor comode și eficiente, care îi asigură operativitatea selecției informației solicitate și gestiunea generală a procesului de proiectare.

Sistemele de proiectare asistată de calculator pot fi divizate în două grupe — de constructor (Computer Aided Design, CAD) și de tehnolog (Computer Aided Manufacturing, CAM). Recent a fost examinat un exemplu de CAD, ca rezultat al căruia utilizatorul obține documentația de constructor. Proiectarea tehnologică CAM are drept scop final elaborarea tehnologiei de prelucrare a marșrutului tehnologic și a programelor de lucru pentru mașinile-unelte în vederea fabricării piesei proiectate. Așadar, proiectarea construcției și cea a tehnologiei prevăd concepția și fabricația produsului. De exemplu, fabricarea unui arbore de transmisie se începe cu CAD, care proiectează dimensiunile, materialul, precizia, tăria etc. În etapa următoare se recurge la proiectarea tehnologiei asistată de calculator

CAM, unde se determină ce dimensiuni se cer de la piesa brută, câte avansări și cu care cuțite, la ce viteze ale axului principal, la ce adâncime trebuie executate, care operații, în ce ordine etc. Pentru toate aceste operații se elaborează programele mașinilor-unelte cu comandă numerică.

Sistemele automatizate de tehnologie asistată se mai numesc și sisteme automatizate de pregătire tehnologică a producției. Programatura de bază a unui astfel de sistem conține, de regulă, caracteristicile utilajelor, sculelor, sistemele de comenzi ale mașinilor cu comandă numerică, dependențele gradului de precizie, și a gradului de puritate a suprafeței prelucrate, de rotația axului principal, de viteza avansului cuțitului etc.

Mijloacele tehnice CAD/CAM constituie calculatoare cu mari capacități ale memoriei externe și tehnică dezvoltată de grafică computațională. Programatura, pe lângă sistemele de operare, conține pachete de programe aplicative, care realizează diverse subsisteme, menirea funcțională a cărora ne-o denotă însăși denumirea lor „Asamblare“, „Arhivă“, „Document“ etc.

Proiectarea automatizată a tehnologiei se poate efectua, ca și în CAD, în două regimuri — automatizat și interactiv. Pentru regimul de dialog în proiectare destul de frecvent se recurge la limbajul BASIC, deoarece interpretatorul BASIC execută fiecare comandă aparte și de aceea nu ocupă memoria operativă cu toate comenzile ei, ci cheamă în memorie numai instrucțiunile cu privire la comanda curentă.

În fig. 45—46 sînt înfățișate rezultatele modelării unui obiect spațial cu ajutorul sistemelor automatizate de proiectare CAD/CAM „Grafica—81“. În fig. 46 obiectul proiectat tot de aceleași sisteme constituie un aparat de zbor, iar parametrii supuși modificării sînt legați de aerodinamică.

Sistemele informatice de proiectare au o georgafie vastă de utilizare. Pe lângă industria constructoare de mașini, ele sînt folosite în radioelectronică, arhitectură, construcție. Mare este eficiența lor economică în fabricarea plachetelor de cablaj imprimat.

Perfecționarea sistemelor de proiectare asistată se dezvoltă atît în mijloacele tehnice, cît și în cele programate. În ultimul timp de mare succes se bucură sistemele interactive de proiectare și implementarea calculatoarelor personale în procesul de automatizare a lucrărilor de proiectare. În ultimul deceniu decentralizarea sistemelor universale informatice de gestiune a producției a condiționat apariția calculatoarelor personal-profesionale — posturilor de lucru automatizate PLA. Există PLA — constructor, PLA — tehnolog, care reprezintă sisteme autonome de proiectare asistată de personalieră.

SISTEME FLEXIBILE DE AUTOMATIZARE A PRODUCȚIEI

Automatizarea flexibilă a producției este unul din etapele automatizării complexe a producției discrete, unde toate treptele și diviziunile producției sînt antrenate în întregime în comandă numerică. Sistemele flexibile includ variate modalități de gestiune și pot fi folosite numai în condițiile gestiunii integrate a întreprinderii.

De ce sistemele analizate se numesc flexibile? Cum trebuie tratată flexibilitatea în contextul tehnologic? Flexibilitatea constituie capacitatea sistemului de gestiune de a se reorganiza, de a se restructura la cerința situației concrete de producție. Situațiile de producție pot fi analizate în exemple de sisteme simple, neflexibile. Admitem că în diviziunea uzinei *X* s-a îmbolnăvit strungarul sau frezorul *A*. În așa caz norma lui de zi trebuie repartizată între operatorii *B* și *C*, iar norma lui *C* trebuie repartizată operatorului *D*. În altă situație de producție se ordonă execuția urgentă a unei noi serii de detalii, din care cauză trebuie schimbată repartizarea normelor între operatorii mașinilor-unelte, pentru a începe realizarea comenzii noi, concomitent îndeplinind și norma veche. Orice schimbare a situației de producție cere reorganizarea normelor între unitățile de prelucrare — schimbul de tehnologie, scule, hartă tehnologică, regimuri ale mașinilor-unelte.

În sistemele flexibile astfel de reorganizare se înfăptuiește fără de participarea omului. Adică fără de participarea nemijlocită, cînd omul este prezent în programele calculatorului, care ia deciziile în diferite situații de producție.

Pentru a asigura flexibilitatea producției, este necesar ca toate mașinile-unelte să fie dotate cu comandă numerică, alimentarea lor fiind efectuată de roboți-manipulatori. Astfel de centre de prelucrare pilotate de calculator (microprocesor) și deservite de roboți cu comandă numerică sînt numite celule flexibile de fabricație. Coordonarea lucrului celulelor flexibile este încredințată calculatorului-dispecer, care ocupă un etaj mai înalt în sistemul ierarhic de gestiune automatizată a producției. În memoria externă a calculatorului-dispecer sînt stocate programele de prelucrare a tuturor detaliilor, iar dispecerul le repartizează celulelor flexibile prin sistemul de rețea calculatoare, care cuprinde toate unitățile de tehnică digitală în uz.

Pentru a reacționa adecvat la fiecare situație de producție, calculatorul dispecer este încărcat cu programe speciale de elaborare a deciziilor. Rezolvările problemelor decizionale se bazează pe metode matematice de analiză a fluxului material

de detalii, fluxurilor de lucrări, de informații etc.

Luarea deciziei în situația concretă de producție este momentul principal în gestiunea flexibilă. Însă pentru a încheia conturul de reacțiune, e necesar ca această decizie să fie fructificată în acțiuni adecvate. Reacția sistemului trebuie să fie exprimată prin oprirea procesului de prelucrare în mașina-uneltă A, golirea memoriei calculatorului ei, încărcarea noului program de prelucrare, depozitarea de caseta cu detalii, anterior comandate și alimentarea cu noi detalii brute, controlul uzurii sculelor, curățirea așchiilor de metal etc. După cum se vede, probleme sînt numeroase, reciproc dependente, și pentru întreținerea echilibrului dinamic al situației de producție, sistemul de gestiune și însăși producția necesită o anumită componentă structurală ca utilaj, ca organizare ierarhică și ca software.

Componentele constitutive ale sistemelor flexibile sînt celulele de fabricație, sistemul de transport automat, de depozitare automată a pieselor, de subansamble și scule, de depozitare automată de materiale. Transportul automat are la bază cîteva variante de deservire a mașinilor-unelte cu detalii brute, insruamente, subansambluri. În cel mai simplu caz se folosește transportorul cu bandă rulantă, însoțit de roboți încărcători/descărcători, pilotați de microprocesoare. Mai dificilă este soluționarea problemei transportului prin acționarea unui car robotizat (robocar), care circulă între mașini-unelte și depozitele automate. Orientarea robocarului se asigură prin utilizarea bandei de refracție a luminii, ultrasunetului, razei laser etc. În cazul altei geometrii a interiorului fabricii, secției se utilizează transmanipulatoare teleferice asemănătoare macaralelor-grindă sau portale. Alegerea uneia din aceste variante depinde de caracterul producției.

Depozitul automatizat dispune de un sistem de semnalizare și control al situației celulelor de păstrare, de un stivuior automat, ghidat de calculator/microprocesor, care culege informația de la senzorii celulelor depozitului, se orientează în geometria depozitului, realizează operațiile de încărcare/descărcare. Calculatorul depozitului duce evidența materialelor păstrate, gestiunea microprocesorului stivuiorului robotizat.

Sistemul flexibil de automatizare a producției include, după cum s-a arătat, subsistemele asistate de calculatoare, care convențional pot fi definite ca executori, dispecer, magazinier, hamal, tehnolog, constructor. Ultimele două subsisteme le constituie etajele ierarhice de proiectare asistată de calculator CAD/CAM. Completînd sistemul ierarhic cu etajele de calculator-economist, planificator, director de întreprindere,

ministru, obținem sistemul integral de gestiune al producției complex automatizate.

CALCULATOARELE PERSONALE

În jumătatea a doua a anilor șaptezeci în Statele Unite ale Americii a apărut o nouă clasă de calculatoare — personale, sau personaliere, predestinate uzului personal al diverselor categorii de utilizatori care n-au o pregătire specială în domeniul tehnicii digitale. Astăzi în lume funcționează sute de milioane de personaliere.

Ce e personaliera? Un micuț calculator care poate fi manevrat de un singur om. Mulți determină apartenența clasei de personaliere după capacitatea memoriei, numărul și tipul de periferice, însă cea mai justă definire a categoriei de personaliere este legată anume de posibilitatea utilizării individuale, când o persoană este și programist, și operator, și beneficiar, și executor al problemelor etc. Ar fi naiv să ne imaginăm personaliera într-o formă similară microcalculatorului de buzunar sau ca obiect de uz casnic, la ecranul căruia se adună copiii să joace dueluri de carate.

Categoria de personal trebuie tratată nu numai în contextul posesiv, dar și sub aspectul accesibilității calculatorului pentru un utilizator începător la resursele tehnice și programate. Practica mondială de elaborare și exploatare a personalierelor, care poate fi estimată prin durata de două decenii, a evidențiat cinci criterii de identificare a personalierelor:

1. Dezvoltarea și adaptarea interfeței om/mașină, orientată spre utilizatorul neprofesional.
2. Numărul mare al resurselor programate cu caracter aplicativ, orientat în diverse domenii de activitate, care îl scutesc pe utilizator de necesitatea programării de sine stătător.
3. Prezența suporturilor de memorare amovibile, de mare capacitate, de mici dimensiuni, care permit acumularea nelimitată a resurselor programate.
4. Reducerea gabaritelor și a masei, care permite instalarea personalierei în orice loc de lucru (masă de scris, cabinet, birou, laborator etc.), minimalizarea energiei consumate.
5. Ergonomia construcției, estetica exteriorului.

Prezența acestor cinci criterii determină apartenența calculatorului de clasa personalierelor, care au apărut datorită necesității decentralizării sistemelor de gestiune a producției. Primele calculatoare, folosite în sistemele informatice, erau mari, complicate, adeseori nerentabile pentru întreprinderile cu multe diviziuni și secții autonome. În timp ce toată structura întrep-

rinderii nu putea fi supusă automatizării gestiunii, unele funcții aparțin se pretau de minune asistării calculatorului, care, pentru a fi rentabil în exploatare, trebuia să fie nici mare, nici scump, anume de tip personalieră. Cerințele fiind formulate, s-a căutat forma optimă a acestui tip de calculator, care a fost cu adevărat realizat numai datorită apariției microprocesoarelor.

Indicii medii de performanță a personalierei sînt următorii: memoria internă are capacitatea de 128—512 Kocteți, cea externă — circa 2 Mocteți, suprafața ocupată pe masă, birou — circa 1 m². În ce privește componența periferice, ea anume determină geografia utilizării personalierei. Dacă în calitate de terminal este folosit un simplu televizor, iar unitatea de memorie externă o constituie un magnetofon audio, astfel de calculator personal se numește familial. Dacă perifericele sînt destinate graficei computaționale, teleprelucrării datelor, activității științifice, un așa calculator ține de cohorta personalierelor profesionale. Aceleași criterii de clasificare se referă și la resursele programate. Programatura unui calculator familial conține jocuri distractive, programe cu caracter pedagogic-didactic, limbaje de uz general gen BASIC. Personalierile profesionale s-au conturat ca terminale inteligente numite post automatizat de lucru. Anume prin decentralizarea funcțiilor de gestiune au fost create PAL, posturile automatizate de lucru. La început ele erau realizate pe baza calculatoarelor medii, ca SM-1420, SM-3, SM-4, care nici pe departe nu amintesc personalierile, fiind dotate cu discuri fixe, benzi magnetice de mari capacități. Crearea PAL a constituit marea școală de orientare profesională a calculatoarelor, care a adus evoluția lor la personalierile profesionale. În exemple concrete de posturi automatizate de lucru ca PAL-contabil, PAL-constructor, PAL-planificator, PAL-tehnolog, PAL-cadre, PAL-administrador, PAL-grefier, PAL-redactor etc, s-a format cu timpul programatura profesională, care astăzi aparține software-ului de orientare profesională a personalierelor.

Progresele microelectronicii au făcut posibilă crearea unor personaliere cu performanțe avansate, care concurează cu calculatoarele medii și chiar supercomputerele moderne, păstrînd, în același timp, gabaritele mici și exteriorul unor simple mașini de birou.

Astăzi piața mondială este dominată de personaliera americană IBM PC (IBM Personal Computer), livrat în trei modificații: varianta de birou, varianta portativă în servietă de tip „diplomat”, varianta portativă de buzunar. În țara noastră a fost creat prototipul primei din aceste variante — personaliera ES-1840-41. Astfel de personaliere, care pot

constituii aparatura de bază a PAL posturilor automatizate de lucru, sînt dotate cu resurse programate pentru efectuarea lucrărilor următoare :

1. Operații de calcul pentru determinarea valorii numerice a indicilor și parametrilor necesari la soluționarea problemelor comerciale, ingineresti și științifice.

2. Operații logice asupra datelor (în cursul cărora înseși datele nu suferă schimbări) — sortare, căutare, redactare.

3. Gestiune de fișiere, menită să asigure păstrarea și accesul operativ la dorința utilizatorului.

4. Prelucrarea textelor — pregătirea, redactarea documentelor.

5. Controlul respectării planului calendaristic al personalului, al termenilor execuției lucrărilor de proiectare.

6. Sintetizarea imaginilor — prezentarea rezultatelor problemelor în formă de diagrame, grafice, calculul vectorilor și construirea cu ajutorul lor a obiectelor geometrice, grafice, sintetizarea filmelor cu desene animate, a jocurilor etc.

7. Intrare/ieșire vocală.

8. Traducerea unui număr finit de propoziții simple dintr-o limbă în alta.

9. Identificarea obiectelor — a caracterelor descriptive și a imaginilor grafice.

10. Sintetizarea muzicii și a tonurilor (acordurilor) muzicale.

11. Gestiunea aparatajului de măsurat în cercetările experimentale științifice și prelucrarea rezultatelor.

12. Transferul și recepțiunea datelor din canalele de comunicație.

Toate aceste funcții pot fi realizate aparte sau în diferite combinații în dependență de orientarea perifericelor profesionale.

Calculatoarele familiale, elaborate în Japonia și Statele Unite, sînt utilizate la organizarea odihnei (jocuri video), pentru scopuri didactice (studierea disciplinelor din programul școlar sau universitar), calculul și planificarea distribuirii bugetului familial, rezolvarea problemelor referitoare la activitatea de muncă, tranzacții bancare, financiare particulare și pentru diferite servicii de tip „videotex” — recepția informației din băncile centralizate de date prin rețeaua calculatoare.

Sporirea numărului de personaliere în ultimii ani a pus la ordinea zilei problemele însușirii limbajelor de programare a sistemelor de operare și familiarizării cu calculatorul. În scopul acesta în țara noastră sînt produse calculatoare de uz familial BC 0010, calculatorul școlar-metodic BC 0010S,

UMPC 86/VM, pe baza cărora se amenajează clase speciale de informatică, cursuri de programare.

Diverse modificații de personaliere se elaborează pe baza unor microprocesoare, utilizate pe scară largă în ultimul deceniu. De exemplu, microprocesorul K580 este elementul esențial al calculatorului personal PC 8001, care poate fi orientat ca periferie și ca programatură pentru activitatea de birou, post automatizat de lucru, calculator școlar, centru de coordonare a experimentului științific. Pe baza aceluiași microprocesor K580 a fost elaborat calculatorul personal-profesional OCEAN-240, care servește la prelucrarea datelor sondării hidrologice.

Mare este contribuția în tehnica digitală a ultimului deceniu, adusă de microprocesorul K 1810, care constituie elementul de bază al mai multor calculatoare personale și profesionale : AS 1840, ES 1841, SM 1810, NEIRON 19.66, ISCRA 1030.

Perspectivile personalierelor depind întru totul de industria electronică, și anume a microprocesoarelor, viteza de lucru a cărora și capacitatea memoriilor semiconductoare constituie cele mai importante caracteristici ale viitoarelor modele.

VIITORUL CALCULATORULUI

Viitorul calculatorului este omul. Căci toate eforturile sînt îndreptate spre înlocuirea funcțiilor intelectuale umane. Oricum, nimeni nu vrea să se înlocuiască pe sine însuși. Viitorul calculatorului depinde de om — nu numai de capacitățile, talentul, fantezia, dar și de situația socială, de cultura omenirii.

Nu există nici o îndoială că și viitorul omenirii va fi profund influențat de tehnica digitală. Mai ales activitatea de muncă se schimbă radical cu informatizarea. De exemplu, sistemele flexibile constituie o formă nouă de organizare a producției. Istoria cunoaște mai multe revoluții tehnice. La începutul secolului în industria mondială s-a produs un salt considerabil — nu prin capacitatea sa ca mijloc de transport, ci prin faptul că grație lui în hala uzinei s-a întronat pe un timp îndelungat banda rulantă (conveierul), care în scurt timp a cucerit majoritatea proceselor, indiferent de natura fabricatului.

Unicul obstacol, care pînă acum încă limitează implementarea calculatorului în viața noastră este prețul înalt, dar și acesta este un factor temporar. În Japonia și în Statele Unite ale Americii în ultimul deceniu se elaborează vaste programe de dezvoltare a calculatorului zilei de mîine. Aceste programe prevăd dezvoltarea și răspîndirea roboților personali, pilotați de calculatoare micro. Astăzi în Japonia se elaborează roboți familiali cu o amplă gamă de funcții — chelner, muzicant, servitor, dascăl și chiar partener de joacă al copiilor. Construcția roboților de uz casnic este antropomorfă — similară celei omenești, deși acest lucru nu este obligatoriu.

Roboții familiari reprezintă agregate mobile pe roți sau picioare, care pot să se miște prin casă, curte, grădină, ocolind obstacolele. În acest scop ei sînt dotați cu sisteme de vizualizare, capabile de a sesiza amplasamentul obiectelor în spațiu, direcția și distanța pînă la ele. Sistemele de sensibilitate ale acestor roboți includ sensori audio- și videosenzitivi, care aud și pot citi oral texte înscrise în memorie. Unii roboți au mîini care pot ridica pînă la 2.5 kg. Spre deosebire de automatele mobile, robocare, transmanipulatoare cu telecomandă, acești roboți pot fi programați pentru îndeplinirea multor funcții.

Roboții familiari sînt construiți pe baza sistemelor micro-procesoare și pot funcționa autonom sau fiind conectați la un calculator familial. Programarea lor se produce cu o claviatură specială sau de la calculator, utilizînd diferite limbaje — de la cod-mașină pînă la limbaje evolute. În sistemele lor de orientare spațială sînt folosiți sensori de unde supersonice și infraroșii, sensori tactili, sensori de atingere, care semnalează necesitatea de a schimba marșrutul mișcării. În proiectarea roboților familiari o mare atenție se acordă esteticii și designului — exteriorul lor trebuie să fie cît se poate de „atrăgător”. Roboții-jucării au chipul inspirat din portretele descrise în literatura fantastică și sînt dotați cu aceleași sisteme de sensibilitate, însă mai puțin perfecte.

O tendință cardinală de dezvoltare a calculatoarelor o constituie elaborarea supercomputerelor, predestinate executării unor enorme cantități de calcule numerice cu precizie sporită. Viteza de lucru maximă a supercalculatoarelor japoneze atinge peste 500 megaflopși (milioane de operații cu virgulă flotantă pe secundă), iar capacitatea memoriei interne depășește 250 megaocteți. Astfel de funcționalitate face posibilă prelucrarea semnalelor video, calculul aproximativ al funcțiilor compuse, calculul iterativ accelerat etc.

În măsură hotărîtoare trăsăturile calculatorului de mîine vor fi determinate de inteligența programată. Astăzi sînt deja necesare calculatoare care ar înțelege vorbirea și ar putea răspunde vocal. Crearea calculatoarelor cu interfață audio-vocală este problema-cheie, rezolvarea căreia va deschide ușile caselor noastre calculatorului familial, care va mînuie toate tehnicile de uz casnic. Pentru angajarea robotului în funcție de majordom trebuie simplificată modalitatea de comunicație, și aici problema principală constă în elaborarea programelor de sesizare a cuvintelor auzite. Analiza caracterelor sonore este o problemă complicată de utilizare a unor dicționare speciale și a regulilor lingvistice. Elaborarea sistemelor de interpretare a vorbirii este bazată pe experiența reflecției umane. Omul a studiat în detalii propriul mecanism de pătrundere a sensului celor

auzite și a sintetizării răspunsului. Astfel prin metodele analitico-sintetice a fost pusă baza programării logice a interfeței audiovocale, structura căreia e analogică unui dicționar explicativ. Prezintă interes capacitatea calculatorului de a-l identifica pe interlocutor după timbrul vocii. Actualmente numărul cuvintelor „înțelese“ de calculator depășește 300.

Calculatorul de mîine va fi miniatural, mai „harnic“, „impresionabil“, „politicos“. Perifericele noi îi vor dezvolta organele de simț, mărirea memoriei îl va intelectualiza, și, în general, pentru a fi mai dorit de utilizator, el va asimila toate inovațiile din microelectronica semiconductoare, optica fibrelor, tehnica laser, holografie, chimie organică etc.

Din punct de vedere al asigurării cu programe, calculatorul de mîine va reprezenta un sistem mai organizat, la un înalt grad de orînduire a tezaurului memorat, unde baza de date va fi înlocuită de baza de cunoștințe. Aceste schimbări calitative ale conținutului de software va constitui următorul pas de intelectualizare.

Actualmente toate cercetările științifice, legate de perfecționarea logică a calculatorului, sînt întrunite în problema globală a elaborării inteligenței artificiale, care va constitui principala reușită a generației noi de mașini. Sistemele de rezolvare a problemelor și de prezentare a rezultatelor — componentele-cheie ale computerului viitor — vor fi antropomorfe, adică vor imita mecanismul de reflecție a omului. Din această pricină astăzi știința mondială este preocupată de investigații în psihologie, logică, informatică, biofizică, programare, adică în complexul de științe, cu ajutorul cărora poate fi descris sistemul reflector, similar celui uman.

O trăsătură importantă a calculatoarelor generației a cincea este capacitatea de a reacționa la procesele interioare și exterioare, luînd decizii de sine stătătoare.

Celebrul Norbert Viener, fondatorul ciberneticii, comparînd calculatorul cu omul (să nu uităm, că pe atunci apăruse de-abia prima generație de calculatoare) a relatat: „Creierul omului conține mai multe celule. Aceasta-i diferența cantitativă. Însă există și cea calitativă. Avantajul omului constă în flexibilitate — în priceperea de a trata ideile vagi. Calculatorul are mai puțină intuiție“.

Și iată că au trecut prin fața noastră patru generații de calculatoare, și a cincea ne stă în prag. Cert este faptul că și ele nu conțin atîtea celule, cît creierul omului, și nici nu vor conține, dar totuși... A crescut considerabil capacitatea memoriei, funcționalitatea și iată că sîntem în ajunul rezolvării problemelor vag formulate. Calculatorul nicicînd nu va atinge nivelul creierului uman, însă progresul continuu îl va apropia asimptotic.

Au trecut mai mult de 45 de ani de la declarația profetică a lui Viener, și toate evenimentele din această perioadă justifică cuvintele lui. Știința a început să aplice unele metode și noțiuni din neurofiziologie pentru descrierea și modelarea sistemelor de calcul, capabile să lucreze cu ideile vagi. Deja sînt realizate numeroase funcții mintale prin modelarea lor în sisteme artificiale, adică în sisteme de calcul cu intelct artificial.

În ce privește capacitatea de a cunoaște, inteligența artificială trebuie să conțină așa componente ca memoria, instruirea, logica soluționării problemelor, deducția (interpretarea rezultatelor, identificarea imaginilor, mecanismul decizional, jocurile, dialogul audiovocal și altele. Memoria încărcată cu bazele de cunoștințe îi va sluji calculatorului la luarea deciziilor. Baza de cunoștințe constituie ansamblul de masive informaționale la un nou nivel de organizare, gestionat de un puternic sistem de căutare și interacțiune cu diferite grupe de masive. Pe baza cunoștințelor de expert, acumulate în calculator, vor fi create (și deacum sînt) sisteme decizionale în diverse domenii de specializare — prospectarea geologică, diagnosticul medical, analiza chimică etc. Deducțiile și concluziile calculatorului îi vor fi transmise utilizatorului în mod verbal.

Declarațiile, care la începutul secolului ar fi fost tratate ca o utopie, astăzi sînt expuse în cel mai categoric mod în programele complexe ale cercetărilor științifice și elaborărilor în domeniul computerizării ale Japoniei, Statelor Unite ale Americii și ale altor țări.

Totuși, pătrunderea calculatorului în viața și activitatea umană, din care rezultă informatizarea societății, este un proces cu urmări sociale. În context social prezintă interes aspectele negative ale informatizării, căci pe acele pozitive deja le-am expus.

Aproape toate evenimentele progresive au și urmări negative. S-a căpătat, de exemplu, acces la suprafața Lunei, dar în același timp a fost poluată atmosfera ei. S-a ajuns la dezagregarea nucleului atomic, dar totodată... Care urmări negative ne va aduce informatizarea? Pentru a elucida și acest aspect ar trebui să scriem o nouă carte, mult mai mare.

Nu este lipsit de interes faptul că publicațiile cu conținut pesimist privind computerizarea aparțin utilizatorilor cu experiență, specialiștilor, savanților cu renume. I. Radchevich, doctor în științe fizico-matematice, declară: „Tezele despre atotputernicia calculatoarelor sînt nu numai greșite — ele devin un obstacol al progresului tehnic“. Cum trebuie tratat acest fapt?

Calculatorul nu este decît un instrument de lucru, eficiența și calitățile căruia depind de competența specialistului în domeniul de care ține problema abordată. Aceasta se confirmă

prin simplificarea continuă a limbajelor de programare, dat fiind faptul că eficiența viitoarelor lucrări computerizate depinde nu de pregătirea utilizatorului în tehnica programării, ci de pregătirea profesională și specialitate. Astfel pregătirea principală a fost și va rămâne capacitatea de a înțelege, a formaliza și numai după aceasta a programa problema.

Acest avertisment este adresat unor specialiști (și ei nu sînt deloc puțini), care idealizează modelele matematice, propunîndu-le pentru orice problemă sau proces, considerînd că modelele abstracte sînt paneceul tuturor problemelor din domeniile științei, tehnicii și producției.

Calculatorul nu e vinovat de faptul că există concepții greșite, care constituie preponderent exagerări și fetișizări. Doar toți observăm cum copiii, folosind calculatorul de buzunar pentru exercițiile de aritmetică, adeseori uită tabla înmulțirii, adună, scad și mai ales înmulțesc cu greu, iar de extragerea rădăcinii nici să nu mai vorbim. Or, aritmetica, învățată „pe degete“, dezvoltă logica gîndirii, și ea este mai aproape de lumea materială decît programarea (cu toate că aritmetica ține tot de științele abstracte). Utilizarea calculatorului nu trebuie să-i „atrofizeze“ utilizatorului capacitatea de a gîndi.

Prin urmare, să nu exagerăm și să nu desconsiderăm nici problemele aplicative, nici calculatorul.

Cum se va reflecta asupra noastră prietenia cu calculatorul ? Nu ne va face leneși, indiferenți, plictisiți de toate ? Să sperăm că nu. Cel puțin deocamdată așa ceva nu se întîmplă. Calculatorul nu subjugă economia, el nu declară războaie, nu speculează, nu fură. Asta o face omul, dacă vrea — cu calculator și fără el.

Cum va fi omenirea în viitor, așa va fi și calculatorul. El e ca ginul din lampa lui Aladin, unde totul depinde de Aladin.

CUPRINS

INTRODUCERE	3
PRIMA CUNOȘTINȚĂ. CE REPREZINTĂ ?	5
CALCULATORUL : FILE DE BIOGRAFIE	10
EL NE SEAMĂNĂ DIN CE ÎN CE MAI MULT	33
ANATOMIA CALCULATORULUI	60
CARACTERISTICILE CALCULATORULUI	93
«ERUDIȚIA» CALCULATORULUI	118
UTILIZAREA CALCULATORULUI	138
VIITORUL CALCULATORULUI	167

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЕ ИЗДАНИЕ

Виктор Кириллович Кнусев

НАШ ДРУГ КОМПЬЮТЕР

(На румынском языке)

Redactor V. Batlr. Redactor artistic V. Buev. Tehnoredactori : G. Konstantinova, G. Andreeva. Corector E. Creangă.

PI Nr. 3976

Dat la cules 19.03.1990. Bun de tipar 7.03.1991. Formatul 84×108¹/₃₂.

Hirtie offset 2. Garnitură tains. Imprimare offset.

Coli de tipar 9,04. Impr. crom.-conv. 17,86. Coli editoriale 10,63.

Tirajul 4000. Comanda Nr 1307. Prețul 3 rub.

Complexul editorial „Basarabia”

Chișinău, bul. Ștefan cel Mare, 180.

Combinatul poligrafic. Chișinău, str. Mitropolitul Petru Movilă, 35.

Departamentul de Stat al R.S.S. Moldova pentru edituri, poligrafie și comerțul cu cărți.

